

# 伊方発電所の通報連絡事象について

令和2年2月18日  
四国電力株式会社

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので  
公開することはできません。

## はじめに

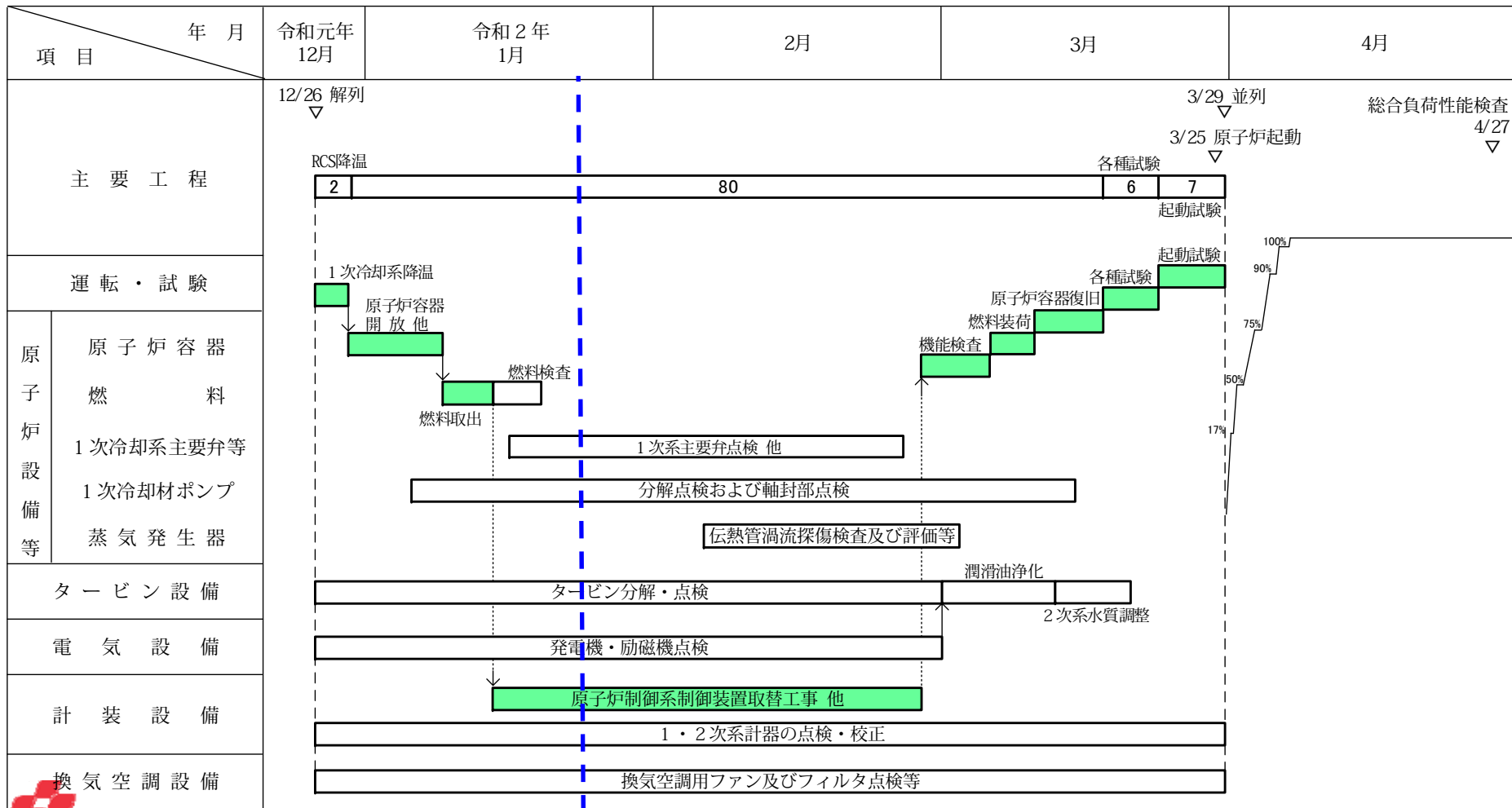
---

- 伊方発電所3号機は、令和元年12月26日に発電を停止し、第15回定期検査を開始しており、当初、令和2年3月29日の発電開始を予定していたが、令和2年1月17日の広島高等裁判所における仮処分で「伊方発電所3号機の原子炉を運転してはならない」との決定が出されたことに伴い、発電再開時期は未定となっている。
- また、本年1月にトラブルが連続して発生したことを受け、1月25日より定期検査の作業を中断しています。
- 本日は、このトラブルの発生状況について、ご報告いたします。

1. 伊方発電所3号機第15回定期検査の概要
2. 通報連絡事象について
  - (1) 伊方発電所3号機中央制御室非常用循環系の点検に伴う運転上の制限の逸脱
  - (2) 伊方発電所3号機原子炉容器上部炉心構造物吊り上げ時の制御棒引き抜き
  - (3) 伊方発電所3号機燃料集合体落下信号の発信
  - (4) 所内電源の一時的喪失

# 1. 伊方発電所3号機第15回定期検査の概要

- 定期検査は、令和元年12月26日より開始しており、当初は3月29日に発電を再開する計画としていましたが、広島高等裁判所の決定により、運転再開は未定となっています。
- また、1月にトラブルが連続して発生したことから、1月25日から定期検査の作業を中断し、現在、トラブルの原因究明および再発防止策の検討を進めています。



---

1. 伊方発電所3号機第15回定期検査の概要

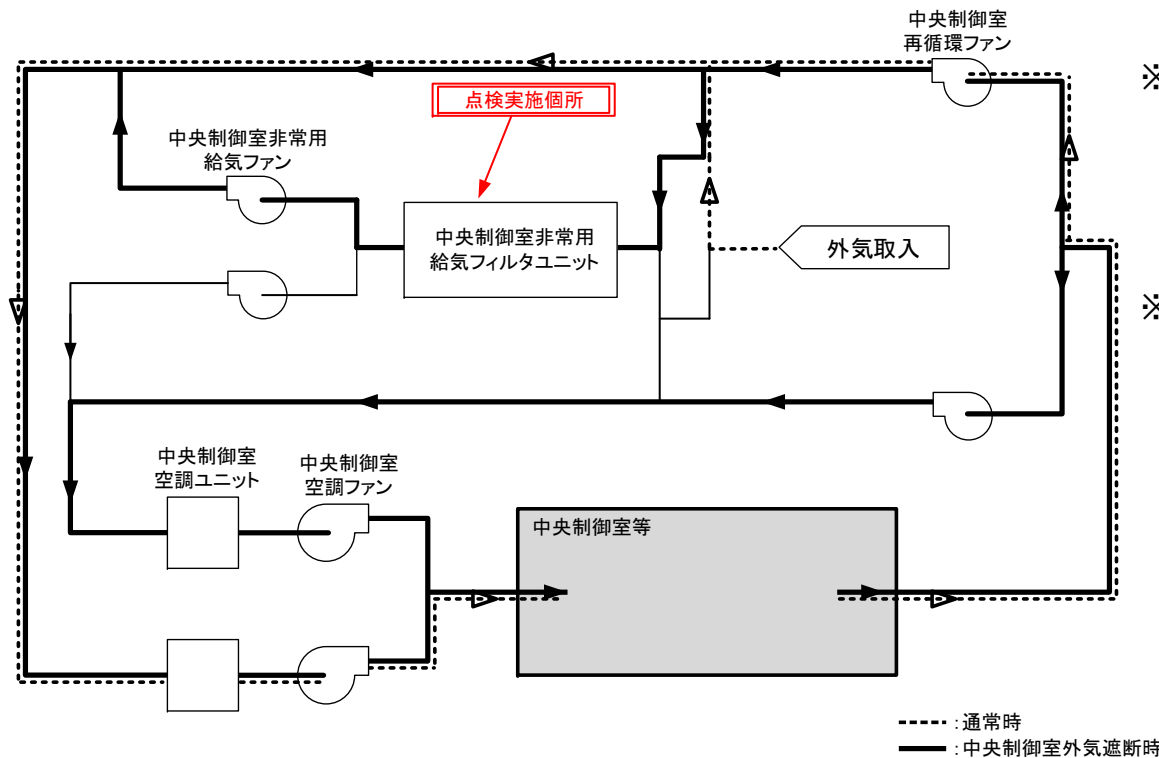
2. 通報連絡事象について

- (1) 伊方発電所3号機中央制御室非常用循環系の点検に伴う運転上の制限の逸脱
- (2) 伊方発電所3号機原子炉容器上部炉心構造物吊り上げ時の制御棒引き抜き
- (3) 伊方発電所3号機燃料集合体落下信号の発信
- (4) 所内電源の一時的喪失

## 2. 通報連絡事象について

### (1) 伊方発電所3号機中央制御室非常用循環系の点検に伴う運転上の制限の逸脱

- 伊方発電所3号機第15回定期検査中、中央制御室非常用循環系<sup>※1</sup>の点検作業のために社内手続きを実施していたところ、1月6日16時30分、前回の第14回定期検査で実施した中央制御室非常用循環系の点検作業（平成29年10月）が、保安規定で定める点検可能時期<sup>※2</sup>以外で実施されていたことから、保安規定に定める運転上の制限を満足していなかったことを判断しました。
- このため、過去の定期検査および実施中の定期検査において、同様の誤りがないことを確認しました。
- 現在、前回定期検査時の対応状況の調査、関係者への聞き取り調査など本事象に至った原因調査・再発防止対策の検討を進めています。



※1 放射性物質が放出されるような重大事故が発生した場合に、放射性物質が中央制御室へ流入することを防止するため、外気を遮断し、中央制御室内の空気をフィルタ経由で循環させる空調装置。

※2 保安規定では、中央制御室非常用循環系の点検作業が実施できる期間を、燃料取り出し後の燃料を移動していない時期として定めているが、前回の第14回定期検査では燃料取り出し前の燃料を移動していない時期に点検作業を行っていた。

---

## 1. 伊方発電所3号機第15回定期検査の概要

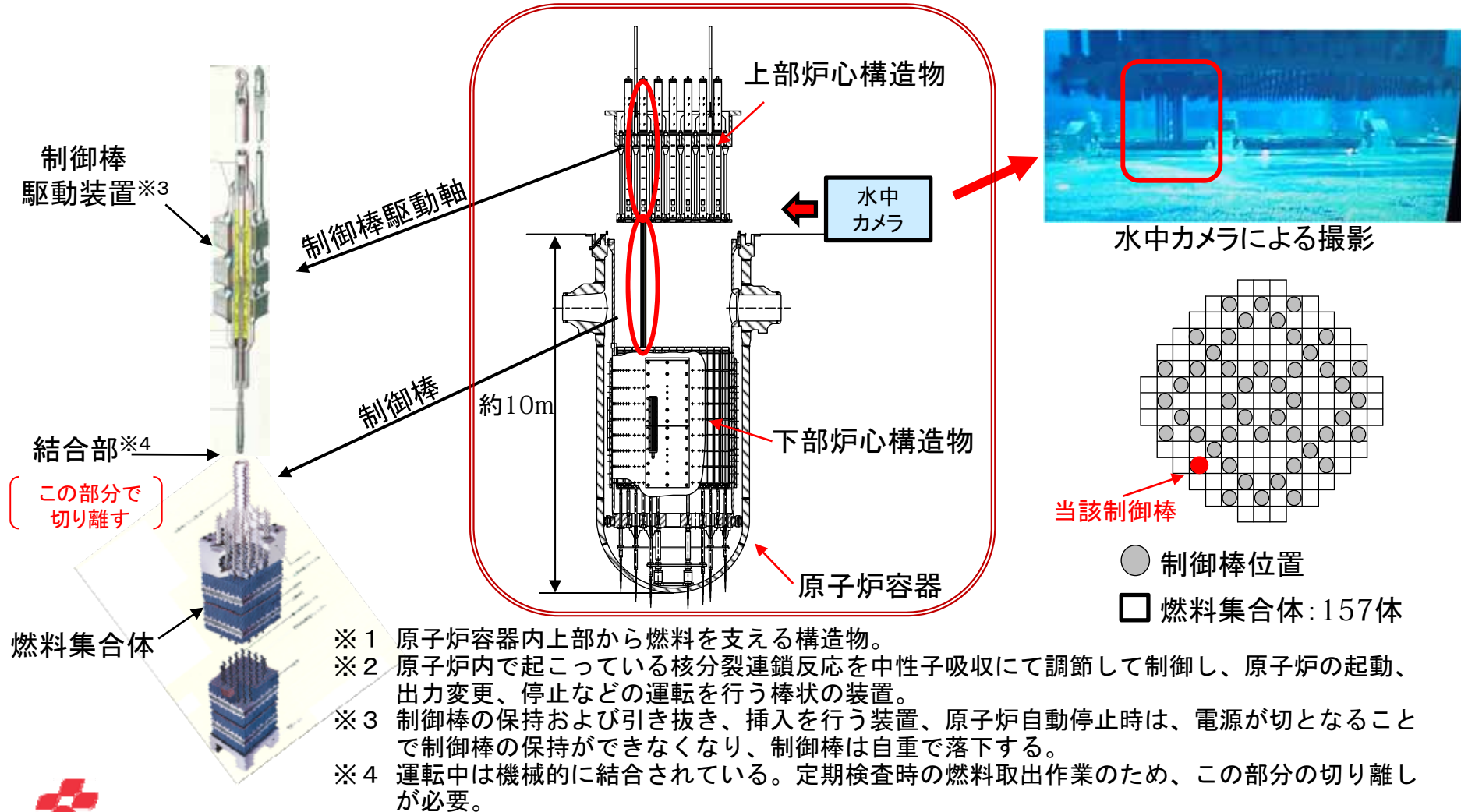
### 2. 通報連絡事象について

- (1) 伊方発電所3号機中央制御室非常用循環系の点検に伴う運転上の制限の逸脱
- (2) 伊方発電所3号機原子炉容器上部炉心構造物吊り上げ時の制御棒引き抜き
- (3) 伊方発電所3号機燃料集合体落下信号の発信
- (4) 所内電源の一時的喪失

## 2. 通報連絡事象について

### (2) 伊方発電所3号機原子炉容器上部炉心構造物吊り上げ時の制御棒引き抜き (1/3)

伊方発電所3号機第15回定期検査中、燃料取出の準備作業として、原子炉容器の上部炉心構造物<sup>※1</sup>を吊り上げていたところ、1月12日13時20分、本来切り離されているべき制御棒<sup>※2</sup>48体のうち1体が、上部炉心構造物とともに引き上げられていることを、保修員が確認しました。





## 2. 通報連絡事象について

### (2) 伊方発電所3号機原子炉容器上部炉心構造物吊り上げ時の制御棒引き抜き (2/3)

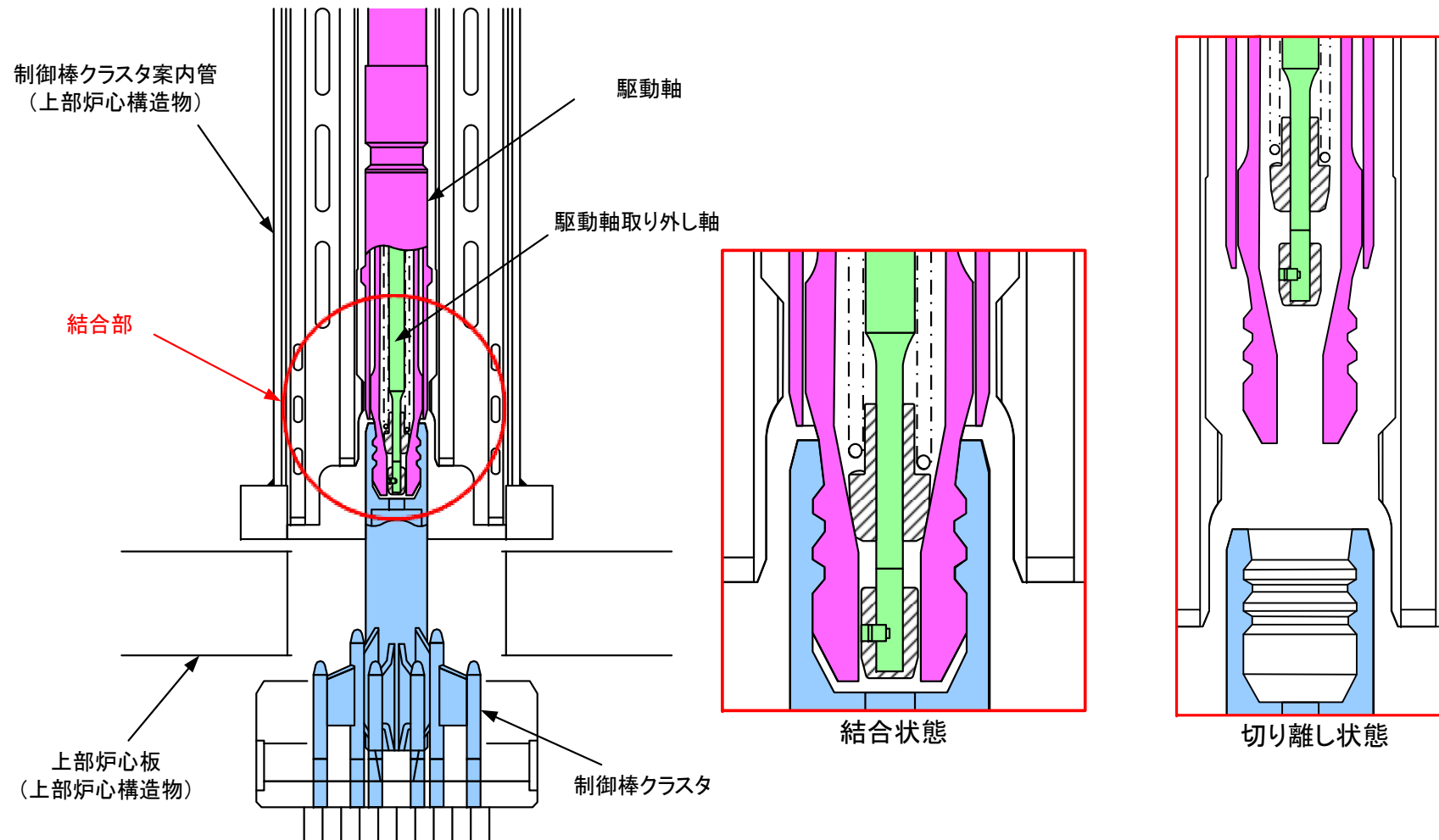
- 今回の事象が発生した時期には、燃料取出作業に備えて、あらかじめ原子炉容器内の1次冷却材のほう素濃度を高めていることから、制御棒の有無にかかわらず未臨界は維持されていました。
- 制御棒が引き上げられていたことを確認後、直ちに上部炉心構造物の吊り上げ作業を中断し、制御棒の位置関係を確認し、制御棒約3.75mのうち、約25cmが燃料に挿入された状態であることを確認しました。  
その後、上部炉心構造物を下ろして当該制御棒の切り離し操作を実施した後、再度上部炉心構造物を吊り上げて、制御棒が引き上がらないことを確認し、1月13日10時34分、上部炉心構造物の取り外し作業を完了しました。
- これまで本件に関係する機器のうち、制御棒、制御棒案内管（上部炉心構造物）に問題はないことを確認しており、現在、当該の制御棒と駆動軸の結合部、作業時に使用する駆動軸取り外し工具の調査など本事象に至った原因調査・再発防止対策の検討を進めています。



再吊り上げ時の状況(1月13日)

## 2. 通報連絡事象について

### (2) 伊方発電所3号機原子炉容器上部炉心構造物吊り上げ時の制御棒引き抜き (3 / 3)



上部炉心構造物と制御棒の位置関係 概略図

伊方発電所 3号機  
原子炉容器上部炉心構造物吊り上げ時の制御棒引き抜き  
(2月12日 原子力規制庁の公開会合での説明資料)

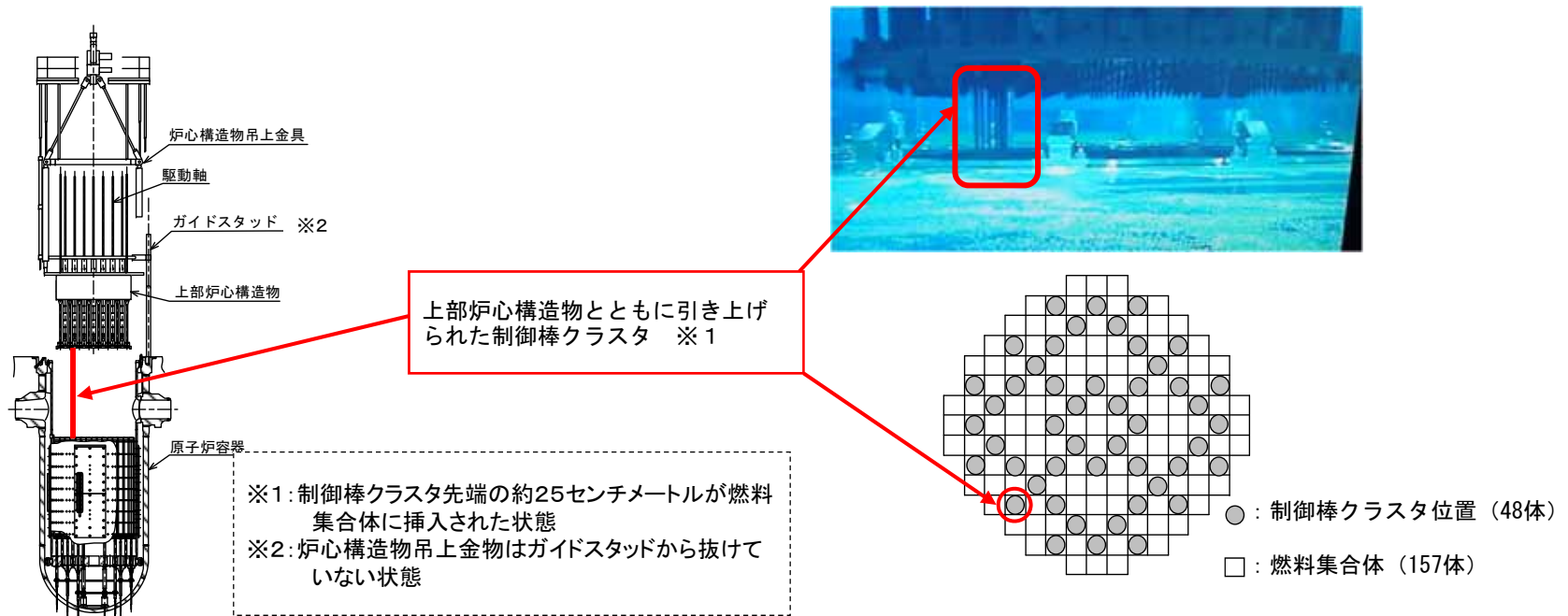
---

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので  
公開することはできません。

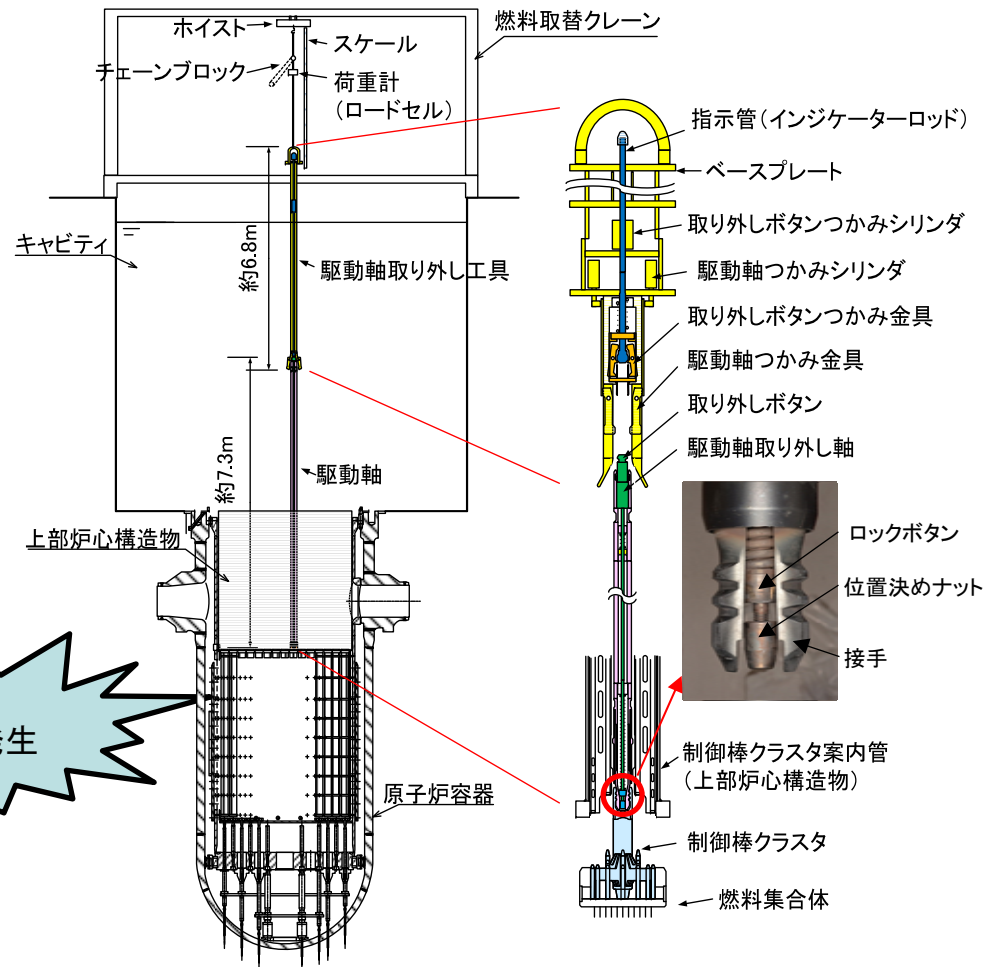
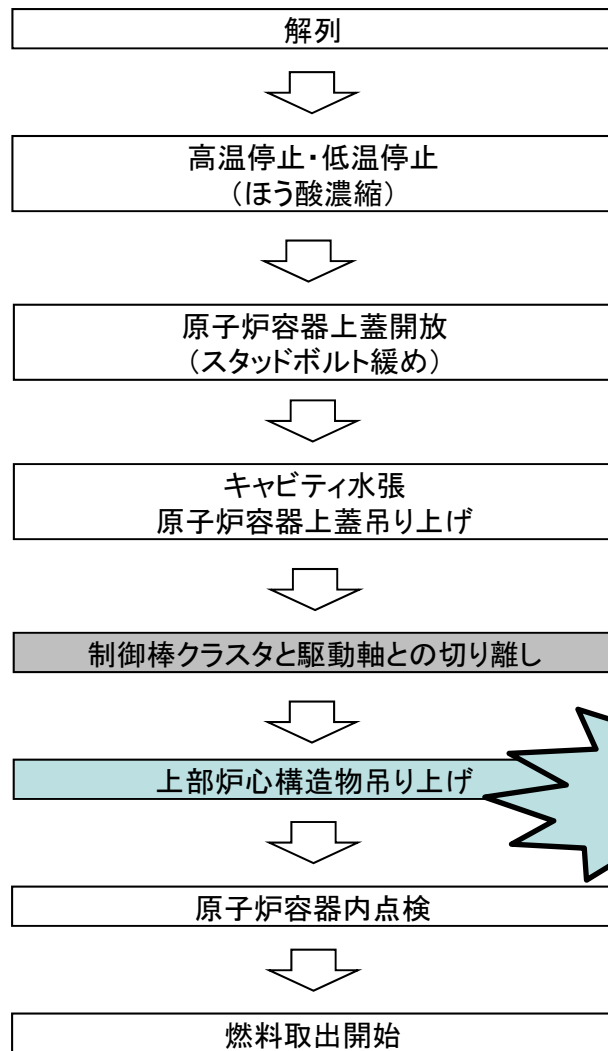


# 1. 事象概要(1/2)

- 伊方発電所第3号機は第15回定期検査(2019年12月26日解列)中、燃料取出作業のため、制御棒クラスタと駆動軸との切り離し作業を行った後、原子炉容器の上部炉心構造物を吊り上げしていたところ、2020年1月12日13時20分、制御棒クラスタ1体が上部炉心構造物とともに引き上げられていることを確認した。
- 本事象による環境への放射能の影響はなかった。また、燃料取出作業に備えて、あらかじめ原子炉容器内の1次冷却材ほう素濃度を高めていたことから、未臨界は維持されていた。
- 本事象は、引抜き操作を行っていない制御棒が管理位置から移動したこと、その際、炉心に燃料体が装荷された状況であったことから、2020年1月15日9時00分に実用発電用原子炉の設置、運転等に関する規則第134条に該当すると判断した。



# 1. 事象概要(2/2)



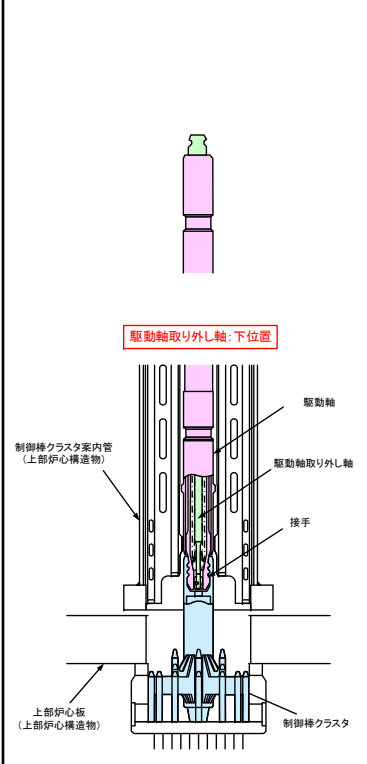
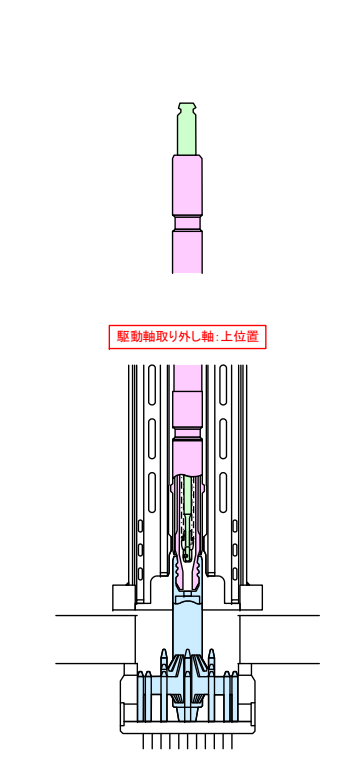
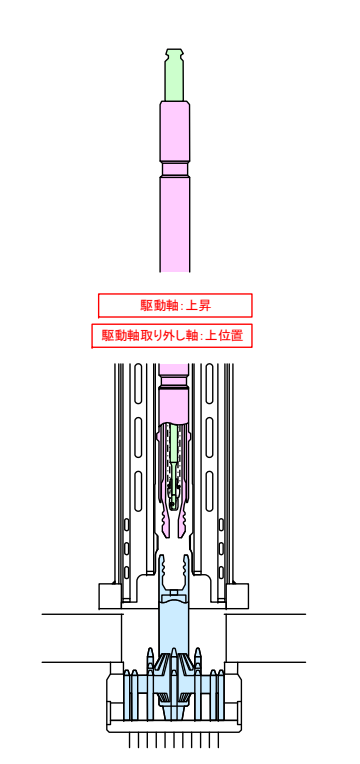
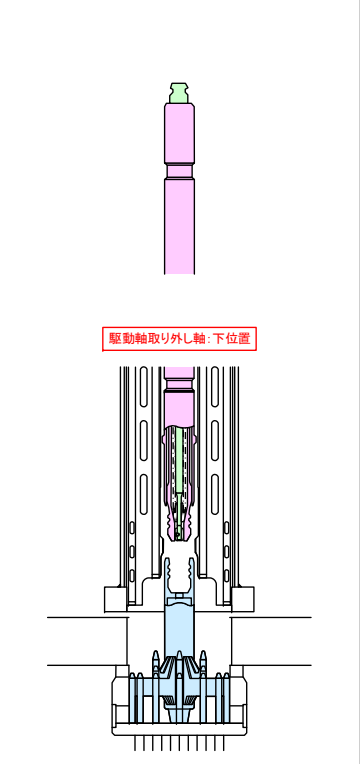
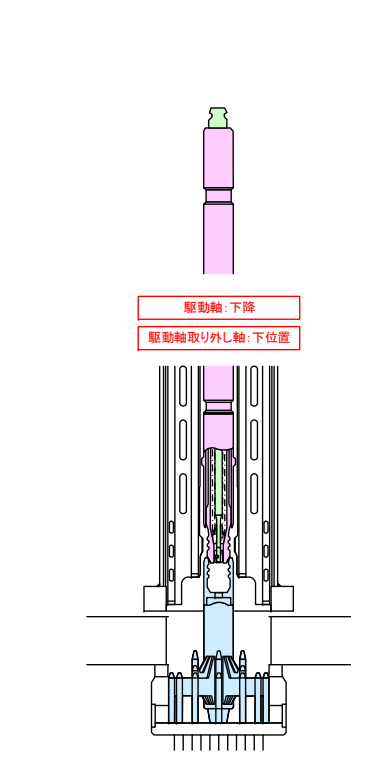
解列から燃料取出開始までの主要作業フロー

制御棒クラスタと駆動軸との切離し作業 概要図



## 2. 制御棒クラスタと駆動軸との切り離し作業(1/4)

➤ 制御棒クラスタと駆動軸との結合部の機構および切り離し時の動作を以下に示す。

A 駆動軸結合状態	B 接手部拘束解放	C 駆動軸切り離し	D 接手部拘束	E 駆動軸着底
<p>運転中は、駆動軸取り外し軸は駆動軸先端まで挿入され、接手が拘束されており、駆動軸と制御棒クラスタは結合している。</p>	<p>駆動軸取り外し軸が上昇して、接手の拘束が解かれる。</p>	<p>駆動軸を上昇させることにより、接手が弾性変形し、制御棒クラスタから切り離される。</p>	<p>駆動軸取り外し軸が下降し、接手が開いた状態で拘束される。</p>	<p>駆動軸を下降させ、制御棒クラスタに着底させる。 (接手は押し広げられた状態で拘束されているため、制御棒クラスタ結合部には入らない)</p>
				

## 2. 制御棒クラスタと駆動軸との切り離し作業(2/4)

➤ 制御棒クラスタと駆動軸との切り離し作業の手順を以下に示す。

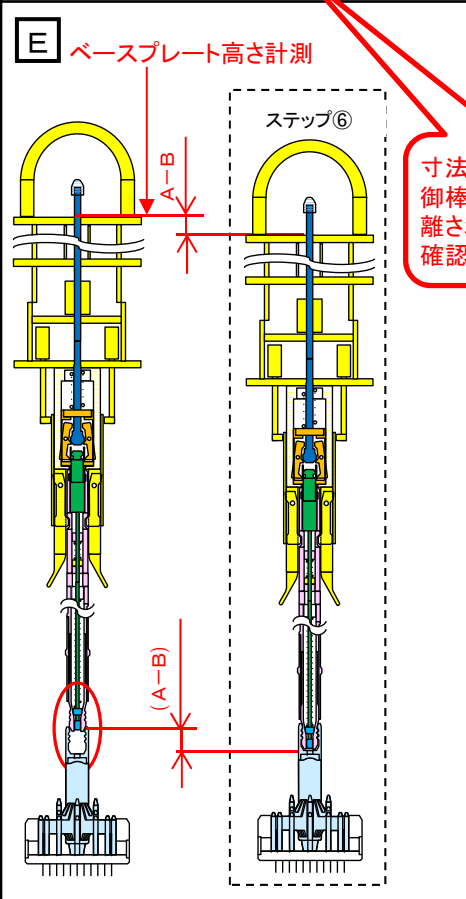
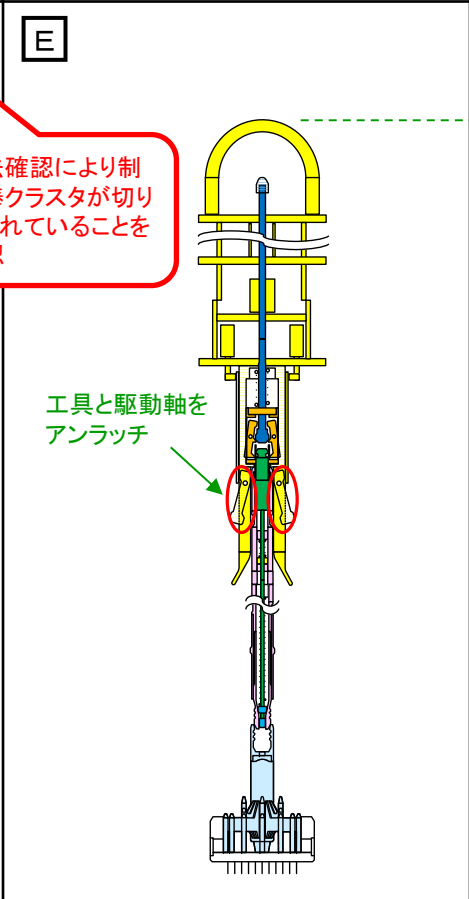
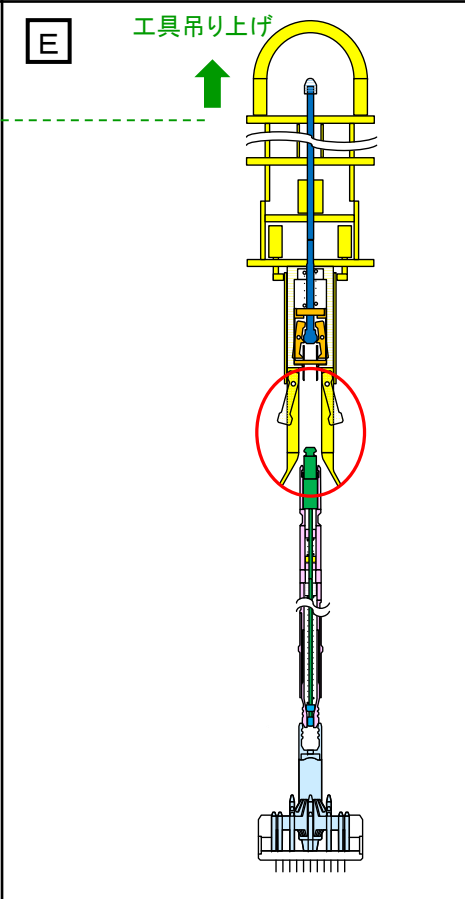
<p>① 駆動軸アドレスの確認 ② 駆動軸取り外し工具単体重量の確認</p>	<p>③ 駆動軸取り外し工具吊り下ろし</p>	<p>④ 工具と駆動軸のラッチ確認</p>	<p>⑤ 駆動軸取り外し工具吊り上げ (重量確認)</p>
<p>・工具単体重量約 <span style="background-color: black; color: black;">■■■</span> kg</p>	<p>・荷重計の指示が0kgになれば停止 ・工具のベースプレート高さを計測</p>	<p>・工具と駆動軸をラッチ</p>	<p>・工具を約75mm吊り上げ、重量を確認 (工具+駆動軸+制御棒クラスタ =約 <span style="background-color: black; color: black;">■■■</span> kg)</p>
<p><b>A</b></p>	<p><b>A</b></p> <p>工具吊り下ろし</p> <p>↓</p> <p>ベースプレート高さ計測</p>	<p><b>A</b></p> <p>工具と駆動軸をラッチ</p>	<p><b>A</b></p> <p>工具吊り上げ、重量確認</p> <p>↑</p> <p>制御棒クラスタ吊り上げ</p>

## 2. 制御棒クラスタと駆動軸との切り離し作業(3/4)

<p>⑥ 駆動軸取り外し工具吊り下ろし</p>	<p>⑦ 駆動軸ボタンアップ確認</p>	<p>⑧ 駆動軸取り外し工具吊り上げ (重量確認)</p>	<p>⑨ 駆動軸ボタンダウン確認</p>
<p>・荷重計の指示が0kgになれば停止 ・工具のベースプレート高さ(A)を計測</p>	<p>・駆動軸取外し軸を上昇させる ・インジケータロッドも上昇</p>	<p>・工具を約75mm吊り上げ、重量を確認 (工具+駆動軸=約 <span style="background-color: black; color: black;">          </span> kg)</p>	<p>・駆動軸取外し軸を下降させる ・インジケータロッドも下降</p>
<p><b>A</b></p>	<p><b>B</b></p>	<p><b>C</b></p>	<p><b>D</b></p>



## 2. 制御棒クラスタと駆動軸との切り離し作業(4/4)

<p>⑩ 駆動軸取り外し工具吊り下ろし ⑪ 駆動軸接手浮き上がり寸法確認</p>	<p>⑫ 工具と駆動軸のアンラッチ確認</p>	<p>⑬ 駆動軸取り外し工具吊り上げ (重量確認)</p>
<p>・荷重計の指示が0kgになれば停止 ・工具のベースプレート高さ(B)を計測 ・<b>駆動軸浮き上がり寸法を確認</b> <u>(A-B= [ ] mm)</u></p>	<p>・工具と駆動軸をアンラッチ</p>	<p>・工具単体重量約 [ ] kg</p>
<p><b>E</b> ベースプレート高さ計測</p>  <p>ステップ⑥</p> <p>寸法確認により制御棒クラスタが切り離されていることを確認</p>	<p><b>E</b></p>  <p>工具と駆動軸をアンラッチ</p>	<p><b>E</b> 工具吊り上げ</p>  <p>工具吊り上げ</p>

### 3. 制御棒クラスタと駆動軸の結合状況等の確認

- 事象発生後(1月12日から1月13日)、上部炉心構造物を吊り上げた状態から下ろして、駆動軸と制御棒クラスタの結合、切り離し確認等を実施し、正常に結合、切り離しができること等を確認。

項目	調査結果
上部炉心構造物吊り下ろし後の結合状況確認	事象発生後、上部炉心構造物を吊り上げた状態から下ろして、上部炉心構造物吊り上げ作業開始前の状態に戻した後、駆動軸取り外し工具にて駆動軸を引き上げたところ、この時点では制御棒クラスタは引き上がり、制御棒クラスタと駆動軸は結合されていないことを確認。
結合・切り離し確認	駆動軸取り外し工具にて駆動軸と制御棒クラスタの結合、切り離し作業を実施し、正常に結合、切り離しができることを確認。
上部炉心構造物との干渉有無確認	駆動軸と制御棒クラスタを結合させた状態で、上下方向に操作して、上部炉心構造物と干渉せずスムーズに操作できることを確認。

- その後、上部炉心構造物を再度吊り上げた際には、制御棒クラスタは引き上がることはなく、本事象は再現しなかった。

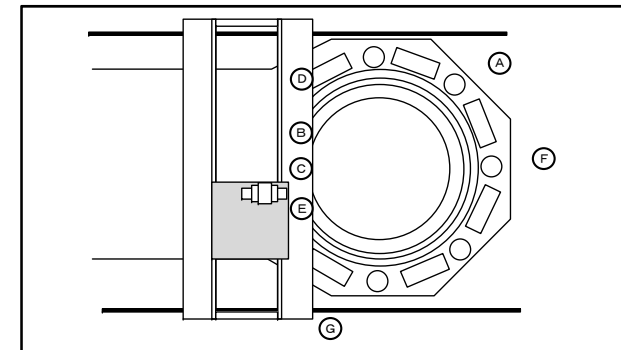
## 4. 原因調査(作業体制・手順等 1/2)

- 下表のとおり、今回の制御棒クラスタと駆動軸の切り離し作業の作業体制・作業手順書は従来と同様であり、定められた手順どおりに重量確認と寸法確認を実施し、確実に切り離し作業が行われていることを確認。
- 事象発生後の駆動軸引き上げ時に制御棒クラスタは引き上がらなかったことから、切り離し操作自体をしていないといったような重要な手順の抜けやアドレス間違い等の作業ミスは考え難い。

項目	調査結果
作業手順書 作業記録	<ul style="list-style-type: none"> <li>・作業は当社にて承認された作業手順書に基づき実施している。</li> <li>・今回の作業手順書は過去の定検（第1回～14回）時と同様であり、過去の定検時に同様の事象は発生していない。</li> <li>・現地作業開始前に作業手順書の読み合わせを実施し、作業手順や過去の不具合事例等について確認。</li> <li>・今回の作業記録を確認し、定められた手順どおりに重量確認と寸法確認を実施し、確実に切り離し作業が行われていることを確認。なお、今回上部炉心構造物とともに引き上げられた制御棒クラスタの切り離し作業は、48体中6体目の作業であった。</li> </ul>
作業体制	<ul style="list-style-type: none"> <li>・今回の作業体制（計7名）は、過去に十分な実績のある作業体制と同じであることを確認。</li> <li>・1月12日の作業前ミーティングで、当日の作業内容の説明、配員の周知および体調や勤務状況の確認を含む安全確認を実施。</li> </ul>
作業員の 力量	<ul style="list-style-type: none"> <li>・右表に示すとおり、作業責任者や工具操作者等の主要な操作を行う者は、過去の原子炉容器の開放作業において当該作業を経験しており、現場操作に十分な経験と知識を有していた。</li> </ul>
作業環境	<ul style="list-style-type: none"> <li>・作業場所は原子炉格納容器内であり、照明、騒音および気温に問題はなかった。</li> <li>・燃料取替クレーン歩廊上の作業であったが、これまでの定検時と同じであり問題はなかった。</li> <li>・作業時の装備は、管理区域標準装備に加え、タイベック(1重)、ゴム手袋(2重)、靴下(1重)を着用しての作業であったが、これまでの定検時と同じであり問題はなかった。また、作業時に全面マスク等の着用はなく、作業員間のコミュニケーションに問題はなかった。</li> </ul>
聞き取り 調査結果	<ul style="list-style-type: none"> <li>・作業責任者、作業員は、作業手順書に従い工具の操作、荷重計による重量確認および寸法確認等を行っており、作業手順に問題はなかった。</li> <li>・当社が立ち会うことにより、作業が確実に行われていることを確認。</li> <li>・当該駆動軸切り離しの確認作業時に、制御棒クラスタを切り離すために駆動軸取外し工具を揺する操作をしたことが確認されたが、当該駆動軸に限った操作ではなく、他のほとんどの駆動軸で同様の操作を行っていること、および、これまでの定検時にも同様の操作を行っているとのことであり、特殊な操作ではないことを確認した。</li> </ul>

作業要員経歴

要員		経験年数	当該作業経験
作業責任者	1名	A 10年以上	有 (伊方有り)
記録者	1名	B 10年以上	有 (伊方有り)
工具操作者	2名	C 10年以上	有 (伊方有り)
		D 7年	有 (伊方有り)
クレーン 操作者	1名	E 10年以上	有 (伊方有り)
センタリング 確認者	2名	F 4年	有 (伊方有り)
		G 1年	無



要員配置図

## 4. 原因調査(作業体制・手順等 2/2)

- 類似事例を調査した結果、国内の加圧水型軽水炉において類似事例は確認されなかったが、海外の類似事例として以下の事象が確認されたことから、引き続き詳細を調査中である。

発電所	発生日	制御棒数※1	推定原因	主な対策
HBロビンソン2号※2 (米国)	1974. 5. 26	1	【作業ミスの疑い】 ・ 制御棒クラスタと駆動軸の切り離し作業中に何らかの作業を怠ったと推測	・ 作業要領見直し
ドール2号※2 (ベルギー)	1976. 11. 15	9	【作業ミスの疑い】 ・ 作業ミスにより制御棒クラスタと駆動軸が部分的に再結合と推測	・ 作業要領見直し
フィッセンハイム1号※2 (フランス)	1979. 3. 17	3	【作業ミス】 ・ 手順書に記載されている作業を怠ったことによる切り離し作業の不完全な実施	・ 作業要領見直し
ブージュイ2号※2 (フランス)	1981. 7. 20	48 (全数)	【作業ミス】 ・ チェックシートの不備により、切り離し作業の不完全な実施および切り離し確認手順を未実施	・ 作業要領見直し
セントルース1号※3 (米国)	1997. 10. 27	1	【作業ミス、設備不良】 ・ 作業ミスにより制御棒クラスタと駆動軸が部分的な結合が継続 ・ 当該駆動軸の摩擦力が高い状態	・ 作業要領見直し



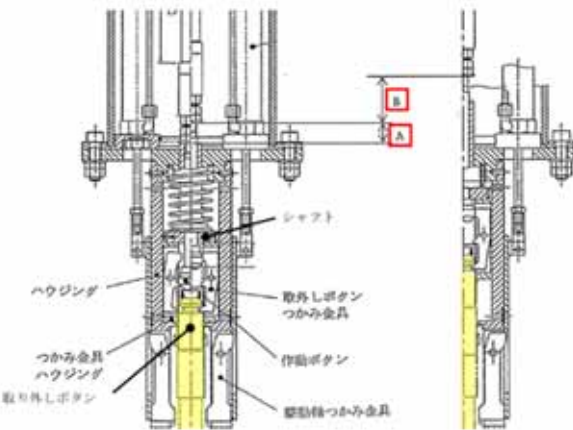
※1:同時に引き上がった制御棒クラスタの数

※2:出典(IPSIN, Analyse De L' Incident Du 20 Juillet 1981 A La Centrale Nucleaire De Bugey - Tranche 2, "Extraction Intempestive des Grappes de Contrôle Lors de la Levée des Internes Supérieurs", Dec. 1982)

※3:出典(Nuclear Regulatory Commission - Home Page; LICENSEE EVENT REPORT DOCKET NUMBER: 05000335)

## 4. 原因調査(駆動軸取り外し工具)

- 下表のとおり、駆動軸取り外し工具の調査結果に問題はなく、当該工具を使用した駆動軸の動作確認等でも問題は確認されていない。

項目	調査結果																							
外観確認	<p>駆動軸本体との取合い部</p>  <p>駆動軸つかみ金具</p>	<p>取り外しボタンとの取合い部</p>  <p>ボタンつかみ金具</p>	工具と駆動軸の取合いに問題なし																					
動作確認	 <table border="1" data-bbox="1122 860 1644 1038"> <thead> <tr> <th>ストローク</th> <th>計測値(mm)</th> <th>設計値(mm)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>取り外しボタンの把持(A)</td> <td>28.5</td> <td>■</td> </tr> <tr> <td>取り外しボタン上昇ストローク(B)</td> <td>48.0</td> <td>■</td> </tr> </tbody> </table> <table border="1" data-bbox="1122 1074 1644 1334"> <thead> <tr> <th>引き上げ荷重</th> <th>計測値(kg)</th> <th>設計値(kg)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>空気圧 0.588MPa (6.0kgf/cm<sup>2</sup>)</td> <td>340</td> <td>■</td> </tr> <tr> <td>空気圧 0.637MPa (6.5kgf/cm<sup>2</sup>)</td> <td>364</td> <td>■</td> </tr> <tr> <td>空気圧 0.686MPa (7.0kgf/cm<sup>2</sup>)</td> <td>400</td> <td>■</td> </tr> </tbody> </table>		ストローク	計測値(mm)	設計値(mm)	取り外しボタンの把持(A)	28.5	■	取り外しボタン上昇ストローク(B)	48.0	■	引き上げ荷重	計測値(kg)	設計値(kg)	空気圧 0.588MPa (6.0kgf/cm <sup>2</sup> )	340	■	空気圧 0.637MPa (6.5kgf/cm <sup>2</sup> )	364	■	空気圧 0.686MPa (7.0kgf/cm <sup>2</sup> )	400	■	工具による駆動軸取り外し軸の引き上げ／押し下げ動作に問題なし
ストローク	計測値(mm)	設計値(mm)																						
取り外しボタンの把持(A)	28.5	■																						
取り外しボタン上昇ストローク(B)	48.0	■																						
引き上げ荷重	計測値(kg)	設計値(kg)																						
空気圧 0.588MPa (6.0kgf/cm <sup>2</sup> )	340	■																						
空気圧 0.637MPa (6.5kgf/cm <sup>2</sup> )	364	■																						
空気圧 0.686MPa (7.0kgf/cm <sup>2</sup> )	400	■																						

## 4. 原因調査(計測器)

➤ 下表のとおり、制御棒クラスタと駆動軸の切り離し作業に使用した計測器の調査結果に問題はなかった。

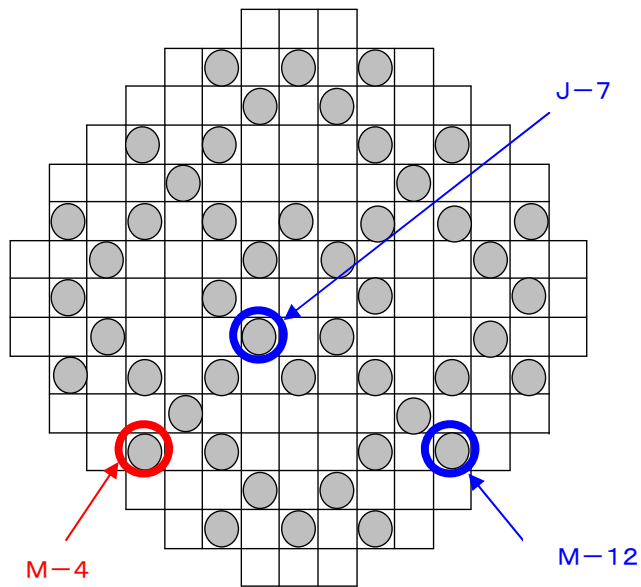
項目		調査結果
荷重計	使用前点検記録確認	<ul style="list-style-type: none"><li>・荷重計（ロードセル）表示が出ていること、遠隔表示機の表示値が本体表示値と同じであることを確認。</li><li>・外観確認により有意な損傷等がないことを確認。</li></ul>
	ウェイトによる動作確認	<ul style="list-style-type: none"><li>・140kg、200kg、260kg※のおもり（ウェイト）による動作確認を実施し、荷重計（ロードセル）表示値が各重量（140kg、200kg、260kg）を示すことを確認。</li></ul> <p>※：駆動軸取り外し工具、駆動軸、制御棒クラスタの重量を考慮</p>
スケール	外観確認	<ul style="list-style-type: none"><li>・外観確認により有意な損傷等がないことを確認。</li></ul>

## 4. 原因調査(駆動軸・制御棒クラスタ)

- 駆動軸および制御棒クラスタの調査については、事象が発生したアドレスの他に、比較対象として他の2か所のアドレスを選定し、計3か所のアドレスについて調査を実施。

○ : 制御棒クラスタ位置 (48体)

□ : 燃料集合体 (157体)

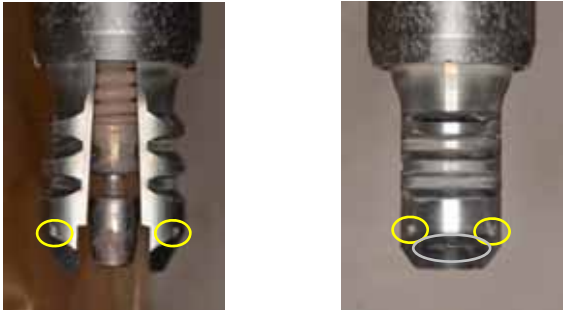
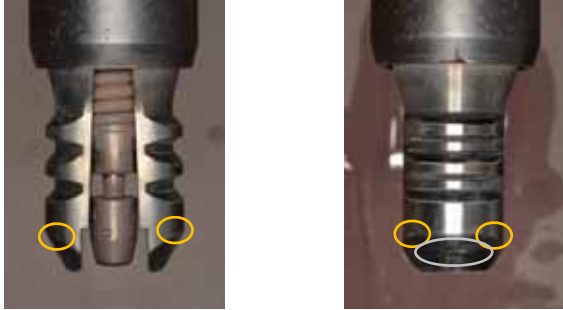
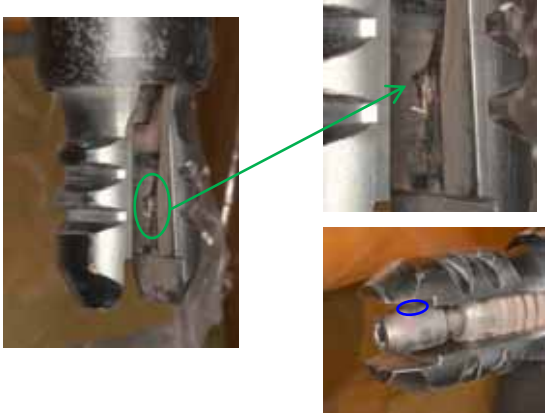



アドレス	選定理由	
M-4	本事象発生箇所	
M-12	比較対象	制御棒クラスタの使用期間が同等
J-7		炉心中心近傍のアドレス





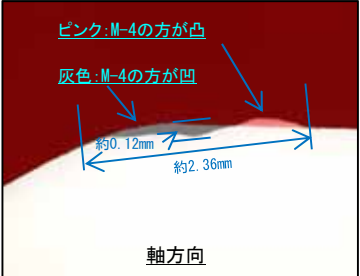
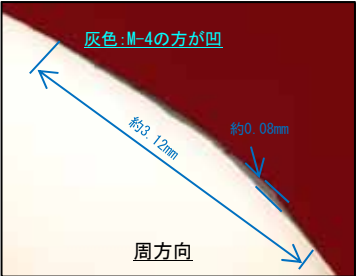
## 4. 原因調査(駆動軸 1/5)

- 下表のとおり、駆動軸の調査の結果、接手の内外面に金属光沢のある接触痕が確認されたため、今回の事象に関連している可能性について継続調査中である。

項目		調査結果		
		M-4の調査結果	比較対象アドレスの調査結果(M-12)	
外観確認	接手外面			<ul style="list-style-type: none"> <li>・金属光沢を有するM-4接触痕(黄色枠)は今回の事象で生じたものである可能性が高い</li> <li>・比較対象分でも同様の箇所に接触痕(橙色枠)が確認されたが金属光沢はなかった</li> <li>・テーパ部の周方向接触痕(灰色枠)は切り離し操作後の駆動軸仮置きで制御棒クラスタと取り合う箇所に相当し、金属光沢はなかった</li> </ul>
	接手内面			<ul style="list-style-type: none"> <li>・金属光沢を有するM-4接触痕(緑枠)は今回の事象で生じたものである可能性が高い</li> <li>・内面テーパ部近傍は位置決めナット/ロックボタンが摺動する部位であるが、比較対象分には有意な摺動痕なし。したがって、M-4接触痕は今回の事象と関連している可能性がある</li> <li>・M-4位置決めナットに傷(青枠)が確認された</li> </ul>



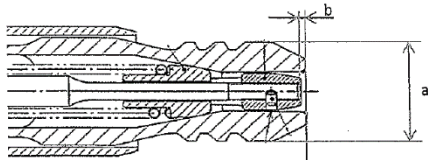
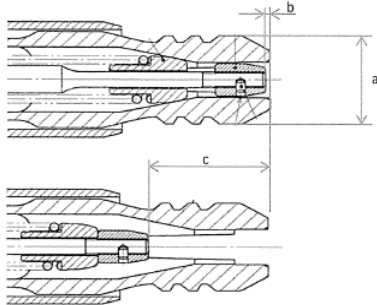
## 4. 原因調査(駆動軸 2/5)

項目		調査結果								
		M-4の調査結果	比較対象アドレスの調査結果(M-12)							
型取り	接手部	 軸方向 周方向 軸方向 △断面矢視方向	 軸方向 周方向 軸方向 △断面矢視方向	<p>・M-4に見られた接手外面の局所的な接触痕はM-12の当該接触痕に比べ有意に深かった</p>						
		 軸方向 ピンク:M-4の方が凸 灰色:M-4の方が凹 約0.12mm 約2.36mm	 周方向 灰色:M-4の方が凹 約3.12mm 約0.08mm							
		M-4と比較対象アドレスの重ね合わせ								
		M-4と比較対象アドレスの差								
		<table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th>部位</th> <th>計測値 (mm)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="3">外面の局所的接触痕</td> <td>長さ : 約1.32~約2.50</td> </tr> <tr> <td>幅 : 約1.16~約3.20</td> </tr> <tr> <td>深さ : 約0.04~約0.12</td> </tr> </tbody> </table>		部位	計測値 (mm)	外面の局所的接触痕	長さ : 約1.32~約2.50	幅 : 約1.16~約3.20	深さ : 約0.04~約0.12	
部位	計測値 (mm)									
外面の局所的接触痕	長さ : 約1.32~約2.50									
	幅 : 約1.16~約3.20									
	深さ : 約0.04~約0.12									
				<p>白境界:M-4 赤境界:比較アドレス 灰色・ピンク:差</p>						

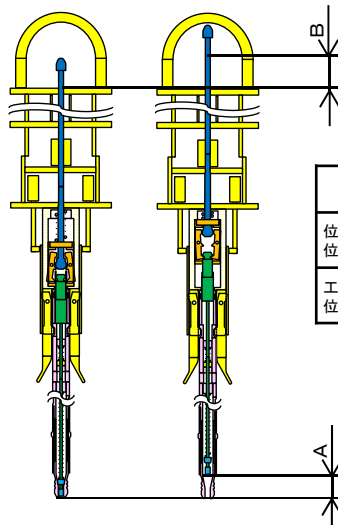
## 4. 原因調査(駆動軸 3/5)

項目		調査結果							
		M-4の調査結果	比較対象アドレスの調査結果(M-12)						
型取り	接手部			<ul style="list-style-type: none"> <li>・外面テーパ部周方向接触痕はM-4接手外面の局所的な接触痕に比べ軽微</li> <li>・M-4とM-12の接触痕に有意な差なし</li> </ul>					
		<table border="1"> <thead> <tr> <th>部位</th> <th>計測値(mm)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>外面テーパ部の周方向接触痕</td> <td>長さ：約2.00 幅：約15.00 深さ：約0.02以下</td> </tr> </tbody> </table>	部位		計測値(mm)	外面テーパ部の周方向接触痕	長さ：約2.00 幅：約15.00 深さ：約0.02以下	<table border="1"> <thead> <tr> <th>部位</th> <th>計測値(mm)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>外面テーパ部の周方向接触痕</td> <td>長さ：約1.50～約2.00 幅：約12.50～約13.00 深さ：約0.02以下</td> </tr> </tbody> </table>	部位
部位	計測値(mm)								
外面テーパ部の周方向接触痕	長さ：約2.00 幅：約15.00 深さ：約0.02以下								
部位	計測値(mm)								
外面テーパ部の周方向接触痕	長さ：約1.50～約2.00 幅：約12.50～約13.00 深さ：約0.02以下								

## 4. 原因調査(駆動軸 4/5)



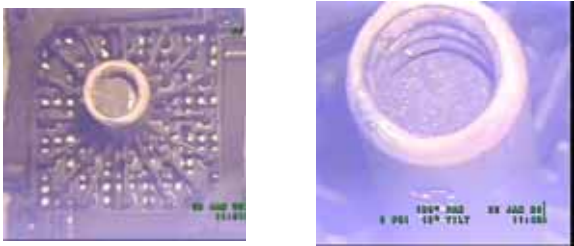
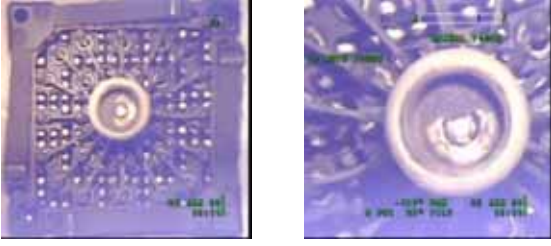
項目	調査結果																		
	M-4の調査結果	比較対象アドレスの調査結果																	
接手部の寸法計測			<ul style="list-style-type: none"> <li>・駆動軸取り外し軸の押し下げ位置でのM-4接手寸法に問題なし</li> <li>・比較対象駆動軸との有意な差なし</li> </ul>																
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>項目</th> <th>計測値(mm)</th> <th>参考値(mm)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>a</td> <td>39.55</td> <td>■</td> </tr> <tr> <td>b</td> <td>1.292</td> <td>■</td> </tr> </tbody> </table>	項目		計測値(mm)	参考値(mm)	a	39.55	■	b	1.292	■	<table border="1"> <thead> <tr> <th>項目</th> <th>計測値(mm)</th> <th>参考値(mm)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>a</td> <td>38.88 (M-12) 39.03 (J-7)</td> <td>■</td> </tr> <tr> <td>b</td> <td>1.262 (M-12) 1.233 (J-7)</td> <td>■</td> </tr> </tbody> </table>	項目	計測値(mm)	参考値(mm)	a	38.88 (M-12) 39.03 (J-7)	■	b
項目	計測値(mm)	参考値(mm)																	
a	39.55	■																	
b	1.292	■																	
項目	計測値(mm)	参考値(mm)																	
a	38.88 (M-12) 39.03 (J-7)	■																	
b	1.262 (M-12) 1.233 (J-7)	■																	
駆動軸取り外し軸動作点検			<ul style="list-style-type: none"> <li>・M-4位置決めナットのストロークに問題なし</li> <li>・比較対象駆動軸との有意な差なし</li> </ul>																
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>項目</th> <th>計測値(mm)</th> <th>設計値(mm)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>c-b</td> <td>45.8</td> <td>■</td> </tr> </tbody> </table>	項目		計測値(mm)	設計値(mm)	c-b	45.8	■	<table border="1"> <thead> <tr> <th>項目</th> <th>計測値(mm)</th> <th>設計値(mm)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>c-b</td> <td>45.4 (M-12) 45.7 (J-7)</td> <td>■</td> </tr> </tbody> </table>	項目	計測値(mm)	設計値(mm)	c-b	45.4 (M-12) 45.7 (J-7)	■				
項目	計測値(mm)	設計値(mm)																	
c-b	45.8	■																	
項目	計測値(mm)	設計値(mm)																	
c-b	45.4 (M-12) 45.7 (J-7)	■																	

## 4. 原因調査(駆動軸 5/5)

項目	調査結果																																																																																																						
	M-4の調査結果			比較対象アドレスの調査結果																																																																																																			
駆動軸取外し軸動作点検 ストローク確認(工具側含む)	<table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">所内用空気供給圧力 (MPa)</th> <th rowspan="2">引き上げ動作時間 (秒)</th> <th rowspan="2">押し下げ動作時間 (秒)</th> <th colspan="2">ストローク量 (mm)</th> <th rowspan="2">フルストローク動作</th> </tr> <tr> <th>位置決めナット位置</th> <th>工具ケガキ線位置</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>0.7(定格)</td><td>1</td><td>1未満</td><td>45.8</td><td>77.0</td><td>○</td></tr> <tr><td>0.6</td><td>1</td><td>1未満</td><td>45.9</td><td>77.0</td><td>○</td></tr> <tr><td>0.5</td><td>1</td><td>1未満</td><td>45.7</td><td>77.0</td><td>○</td></tr> <tr><td>0.4</td><td>1</td><td>1未満</td><td>45.8</td><td>77.0</td><td>○</td></tr> <tr><td>0.3</td><td>2</td><td>1未満</td><td>46.0</td><td>77.0</td><td>○</td></tr> <tr><td>0.2</td><td>—</td><td>—</td><td>22.5</td><td>54.3</td><td>×</td></tr> <tr><td>排気操作のみ</td><td colspan="4"></td><td>○</td></tr> </tbody> </table>	所内用空気供給圧力 (MPa)	引き上げ動作時間 (秒)	押し下げ動作時間 (秒)	ストローク量 (mm)		フルストローク動作	位置決めナット位置	工具ケガキ線位置	0.7(定格)	1	1未満	45.8	77.0	○	0.6	1	1未満	45.9	77.0	○	0.5	1	1未満	45.7	77.0	○	0.4	1	1未満	45.8	77.0	○	0.3	2	1未満	46.0	77.0	○	0.2	—	—	22.5	54.3	×	排気操作のみ					○	<table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">所内用空気供給圧力 (MPa)</th> <th rowspan="2">引き上げ動作時間 (秒)</th> <th rowspan="2">押し下げ動作時間 (秒)</th> <th colspan="2">ストローク量 (mm)</th> <th rowspan="2">フルストローク動作</th> </tr> <tr> <th>位置決めナット位置</th> <th>工具ケガキ線位置</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>0.7(定格)</td><td>1</td><td>1未満</td><td>45.4</td><td>77.0</td><td>○</td></tr> <tr><td>0.6</td><td>1</td><td>1未満</td><td>45.1</td><td>77.0</td><td>○</td></tr> <tr><td>0.5</td><td>1</td><td>1未満</td><td>45.1</td><td>77.0</td><td>○</td></tr> <tr><td>0.4</td><td>1</td><td>1未満</td><td>45.2</td><td>77.0</td><td>○</td></tr> <tr><td>0.3</td><td>2</td><td>1未満</td><td>45.1</td><td>77.0</td><td>○</td></tr> <tr><td>0.2</td><td>—</td><td>—</td><td>22.4</td><td>54.0</td><td>×</td></tr> <tr><td>排気操作のみ</td><td colspan="4"></td><td>○</td></tr> </tbody> </table>	所内用空気供給圧力 (MPa)	引き上げ動作時間 (秒)	押し下げ動作時間 (秒)	ストローク量 (mm)		フルストローク動作	位置決めナット位置	工具ケガキ線位置	0.7(定格)	1	1未満	45.4	77.0	○	0.6	1	1未満	45.1	77.0	○	0.5	1	1未満	45.1	77.0	○	0.4	1	1未満	45.2	77.0	○	0.3	2	1未満	45.1	77.0	○	0.2	—	—	22.4	54.0	×	排気操作のみ					○	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ M-4ストローク量、追従性に問題なし</li> <li>・ 空気圧が低い状態(約0.2MPa)では駆動軸取り外し軸の引き上げが不十分となる</li> <li>・ 比較対象駆動軸との有意な差なし</li> </ul>
	所内用空気供給圧力 (MPa)				引き上げ動作時間 (秒)	押し下げ動作時間 (秒)		ストローク量 (mm)		フルストローク動作																																																																																													
		位置決めナット位置	工具ケガキ線位置																																																																																																				
	0.7(定格)	1	1未満	45.8	77.0	○																																																																																																	
	0.6	1	1未満	45.9	77.0	○																																																																																																	
	0.5	1	1未満	45.7	77.0	○																																																																																																	
	0.4	1	1未満	45.8	77.0	○																																																																																																	
	0.3	2	1未満	46.0	77.0	○																																																																																																	
	0.2	—	—	22.5	54.3	×																																																																																																	
	排気操作のみ					○																																																																																																	
所内用空気供給圧力 (MPa)	引き上げ動作時間 (秒)	押し下げ動作時間 (秒)	ストローク量 (mm)		フルストローク動作																																																																																																		
			位置決めナット位置	工具ケガキ線位置																																																																																																			
0.7(定格)	1	1未満	45.4	77.0	○																																																																																																		
0.6	1	1未満	45.1	77.0	○																																																																																																		
0.5	1	1未満	45.1	77.0	○																																																																																																		
0.4	1	1未満	45.2	77.0	○																																																																																																		
0.3	2	1未満	45.1	77.0	○																																																																																																		
0.2	—	—	22.4	54.0	×																																																																																																		
排気操作のみ					○																																																																																																		
 <table border="1"> <thead> <tr> <th>部位</th> <th>設計値 (mm)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>位置決めナット位置 (A)</td> <td>■</td> </tr> <tr> <td>工具ケガキ線位置 (B)</td> <td>■</td> </tr> </tbody> </table>	部位	設計値 (mm)	位置決めナット位置 (A)	■	工具ケガキ線位置 (B)	■	<table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">所内用空気供給圧力 (MPa)</th> <th rowspan="2">引き上げ動作時間 (秒)</th> <th rowspan="2">押し下げ動作時間 (秒)</th> <th colspan="2">ストローク量 (mm)</th> <th rowspan="2">フルストローク動作</th> </tr> <tr> <th>位置決めナット位置</th> <th>工具ケガキ線位置</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>0.7(定格)</td><td>1</td><td>1未満</td><td>45.7</td><td>77.0</td><td>○</td></tr> <tr><td>0.6</td><td>1</td><td>1未満</td><td>45.6</td><td>77.0</td><td>○</td></tr> <tr><td>0.5</td><td>1</td><td>1未満</td><td>45.6</td><td>77.0</td><td>○</td></tr> <tr><td>0.4</td><td>1</td><td>1未満</td><td>45.5</td><td>77.0</td><td>○</td></tr> <tr><td>0.3</td><td>2</td><td>1未満</td><td>45.5</td><td>77.0</td><td>○</td></tr> <tr><td>0.2</td><td>—</td><td>—</td><td>18.7</td><td>48.5</td><td>×</td></tr> <tr><td>排気操作のみ</td><td colspan="4"></td><td>○</td></tr> </tbody> </table>	所内用空気供給圧力 (MPa)	引き上げ動作時間 (秒)	押し下げ動作時間 (秒)	ストローク量 (mm)		フルストローク動作	位置決めナット位置	工具ケガキ線位置	0.7(定格)	1	1未満	45.7	77.0	○	0.6	1	1未満	45.6	77.0	○	0.5	1	1未満	45.6	77.0	○	0.4	1	1未満	45.5	77.0	○	0.3	2	1未満	45.5	77.0	○	0.2	—	—	18.7	48.5	×	排気操作のみ					○																																														
部位	設計値 (mm)																																																																																																						
位置決めナット位置 (A)	■																																																																																																						
工具ケガキ線位置 (B)	■																																																																																																						
所内用空気供給圧力 (MPa)	引き上げ動作時間 (秒)	押し下げ動作時間 (秒)	ストローク量 (mm)		フルストローク動作																																																																																																		
			位置決めナット位置	工具ケガキ線位置																																																																																																			
0.7(定格)	1	1未満	45.7	77.0	○																																																																																																		
0.6	1	1未満	45.6	77.0	○																																																																																																		
0.5	1	1未満	45.6	77.0	○																																																																																																		
0.4	1	1未満	45.5	77.0	○																																																																																																		
0.3	2	1未満	45.5	77.0	○																																																																																																		
0.2	—	—	18.7	48.5	×																																																																																																		
排気操作のみ					○																																																																																																		

## 4. 原因調査(制御棒クラスタ)

- 下表のとおり、制御棒クラスタの調査の結果、制御棒クラスタ頭部の円筒部内に堆積物が確認されたため、今回の事象に関連している可能性について継続調査中である。

項目		調査結果		
		M-4の調査結果		比較対象アドレスの調査結果(M-12)
外観確認	制御棒クラスタ頭部	<b>【原子炉容器内点検】</b> 	<b>【原子炉容器内点検】</b> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>・頭部の円筒部内に堆積物が確認された</li> <li>・制御棒クラスタ案内管（上部炉心構造物）との干渉の痕跡は認められない</li> </ul>
		<b>【使用済燃料ピット内点検】</b> 	<b>【使用済燃料ピット内点検】</b> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>・頭部の円筒部内に堆積物が確認された</li> </ul>

## 4. 原因調査(その他)

➤ 下表のとおり、製造履歴、点検履歴、運転履歴等の調査結果に問題はなかった。

項目	調査結果	
製造履歴調査	駆動軸	・材料・寸法が設計どおり製作されていること、および駆動軸と模擬制御棒クラスタを組合わせてステッピング試験を実施しており両者の嵌合に問題なかったことを確認。
	制御棒クラスタ	・材料、寸法が設計どおり製作されていること、および模擬駆動軸接手を用いた嵌合性試験に問題がなかったことを確認。 ・上部炉心構造物に組み込まれた制御棒クラスタ案内管単体に対する拘束力試験で、制御棒クラスタ案内管と制御棒クラスタのインターフェースに問題が無いことを確認。
点検履歴調査	駆動軸	・第13回定検の再稼働に向けた点検において、駆動軸全数を取り外しての外観確認で異常が確認されていないことを確認。
	制御棒クラスタ	・これまでの定期事業者検査（制御棒クラスタ検査）で実施した外観確認で異常が確認されていないことを確認。
運転履歴調査	<ul style="list-style-type: none"> <li>・14サイクル期間中の定期運転および今定検のプラント停止における制御棒クラスタの引抜きおよび挿入動作に問題なかったことを確認。</li> <li>・駆動軸取り外し工具の駆動源である所内用空気について、所内用空気圧力の異常を示す警報の発信は確認されず、空気圧に異常な低下が無いことを確認。</li> <li>・制御棒クラスタと駆動軸の切り離し作業時、キャビティ水位や余熱除去流量は安定しており、水流による揺れ等の影響は無いことを確認。</li> </ul>	

## 5. 今後の調査工程

➤ 今後の原因調査等の工程は以下のとおり。

	2020年	
	1月	2月以降
原因調査	<div style="text-align: center;"> </div>	
事象発生メカニズム・推定原因の検討		<div style="text-align: center;"> </div>
再発防止対策の検討		<div style="text-align: center;"> </div>

## 6. まとめ

---

- 事象発生後の制御棒クラスタと駆動軸の結合状況調査、その後の上部炉心構造物の吊り上げにおいて、本事象は再現していない。
- 制御棒クラスタと駆動軸の切り離しの作業体制・作業手順書は従来と同様であり、定められた手順どおりに重量確認と寸法確認を実施し、確実に切り離し作業が行われていることを確認。事象発生後の駆動軸引き上げ時に制御棒クラスタは引き上がらなかったことから、切り離し操作自体をしていないといったような重要な手順の抜けやアドレス間違い等の作業ミスは考え難い。
- 海外の類似事例について、引き続き詳細を調査中。
- 使用工具・計測器の調査結果、および製造履歴や運転履歴等の調査結果に問題はなく、今回の事象の発生要因となった可能性は低い。
- これまでに実施した駆動軸および制御棒クラスタの調査の結果、事象発生アドレスの駆動軸の接手部に金属光沢のある接触痕を確認。また、制御棒クラスタ頭部の円筒部内に堆積物を確認。
- これら接触痕や堆積物が、今回の事象に関連している可能性について調査継続中。
- 今後、事象発生メカニズムおよび推定原因の解明、再発防止対策を検討し、原因対策報告書をまとめる。



# 参考. 要因分析図(暫定)

事象	要因	調査項目	調査結果	? : 調査継続中 x : 可能性なし				
				評価	逸付			
上部炉心構造物吊り上げ時の制御棒クラスタ引き上がり	制御棒クラスタと駆動軸の結合	駆動軸切り離し操作の不良	駆動軸取り外し工具の動作不良	・駆動軸取り外し工具の外観確認を実施し、傷、変形、付着物が無いことを確認した。 ・駆動軸取り外し工具の動作確認を実施し、取り外し軸の引き上げ・押し下げ動作に異常無く、正常に動作することを確認した。	x	8-2		
			駆動軸切り離し作業に用いる計測器の不良	・計測器調査	・使用された荷重計について、使用前点検で異常が確認されていないこと、および、ウェイトを用いた動作確認により表示値に異常が無いことを確認した。 ・使用されたスケールについて、外観確認により有意な損傷等が無いことを確認した。	x	8-3	
			駆動軸切り離し作業における操作不良	手順書の不備	・作業記録確認 ・類似事例調査	・作業記録より、当社にて承認された手順書に基づき実施していることを確認した。また、今回の作業で用いた手順書は過去の定検時と同様であり、過去の定検で同様の事象は発生していないことを確認した。 ・類似事例調査により、海外で類似の事象が発生していることを確認したから、引き続き詳細調査中。	?	8-1 9-4
				不適切な操作	・作業記録確認 ・制御棒クラスタと駆動軸の結合状況確認 ・聞き取り調査 ・類似事例調査	・作業記録および聞き取り調査より、定められた手順どりに操作が行われていることを確認した。また、当社立会いにより、作業が確実に行われていることを確認した。 ・事象発生後の駆動軸引き上げ時に制御棒クラスタは引き上がらなかったことから、手順の抜けやアドレス間違い等の根本的な作業ミスは考え難い。 ・作業員への聞き取りにより、当該駆動軸切り離し操作時に制御棒クラスタを切り離すために駆動軸取り外し工具を揺する操作をしたことが確認されたが、当該駆動軸に限った操作ではなく、他のほとんどの駆動軸で同様の操作を行っていること、および、これまでの定検時にも同様の操作を行っていることとあり、特殊な操作ではないことを確認した。 ・類似事例調査により、海外で類似の事象が発生していることを確認したから、引き続き詳細調査中。	?	8-1 8-5 9-4
			作業環境の影響	・運転履歴調査	・駆動軸切り離し作業中のキャビティ水位や余熱除去ループ流量等に、作業環境に影響を与えるような有意な変動がなかったことを確認した。	x	9-3	
		駆動軸切り離し動作の不良	設計不良	・製造履歴調査	・図面より、駆動軸と制御棒の結合部の機構は、十分な実績がある17×17燃料タイププラントの標準設計であることを確認した。	x	9-1	
			製造不良	・製造履歴調査	・駆動軸について、製造記録より材料・寸法が設計どおり製作されていること、および駆動軸と模擬制御棒クラスタを組合わせてステッピング試験を実施しており両者の嵌合に問題なかったことを確認した。 ・制御棒クラスタについて、製造記録より材料・寸法が設計どおり製作されていること、および模擬駆動軸接手を用いた嵌合性試験に問題がなかったことを確認した。	x	9-1	
			点検不良	・点検履歴調査	・制御棒クラスタについて、これまでの定期事業者検査（制御棒クラスタ検査）で実施した外観確認で異常が確認されていないことを確認した。 ・駆動軸については、13回定検の再稼働に向けた点検において、外観確認で異常が確認されていないことを確認した。	x	9-2	
			制御棒クラスタと駆動軸の結合部の異常	・外観確認(制御棒クラスタ、駆動軸) ・接手型取り観察 ・駆動軸の寸法計測	・駆動軸の外観確認を実施し、当該駆動軸の接手の内外面に金属光沢のある接触痕が確認された。 ・制御棒クラスタの外観確認を実施し、スパイダ円筒部に堆積物が確認された。 ・駆動軸の寸法計測を実施し、接手廻りの寸法が設計値を満足していることを確認した。 ・駆動軸に接触痕、制御棒クラスタに堆積物が確認されたことから、これらが今回の事象に関連している可能性について引き続き詳細調査中。	?	8-4 8-5	
			駆動軸取り外し工具と駆動軸の取合部の異常	・外観確認(駆動軸、工具) ・駆動軸動作確認	・外観確認により、駆動軸取り外し工具と駆動軸の取合部に異常な噛み込み等の痕跡が無いことを確認した。 ・駆動軸動作確認により、駆動軸の結合・切り離し、駆動軸取外し軸の上下動作に問題が無いことを確認した。	x	8-2 8-5	
		駆動軸取り外し軸の動作不良	駆動軸取り外し工具の駆動源(空気)の異常	運転履歴調査(所内用空気圧) 駆動軸動作確認	・所内用空気圧について、事象発生時、所内用空気圧力の異常を示す警報は発信しておらず、空気圧に異常な低下がないことを確認した。 ・駆動軸動作確認により、規定の所内用空気圧(約0.7MPa)で、問題なく駆動軸取外し軸の引き上げ操作ができることを確認した。なお、空気圧が低い状態(約0.2MPa)では取外し軸の引き上げが不十分となるが、他の駆動軸と同様であり、特異なものではないことを確認した。	x	8-5 9-3	
				駆動軸取り外し軸のばねの異常	・外観確認(駆動軸) ・駆動軸動作確認	・ロックばねについては、接手側面からの可視範囲の外観確認により、ばね押しつけ状態に異常の無いことを確認した。 ・また、駆動軸動作確認により、駆動軸取外し軸の上下動作に問題は無く、他の駆動軸とも有意な差は無いことから、ばね(軸用ばね、ロックばね)の異常は無いと考えられる。	x	8-5
			異物混入	・外観確認(駆動軸) ・駆動軸動作確認	・外観確認により、目視可能範囲に異物は確認されなかった。 ・駆動軸動作確認により、駆動軸取外し軸の上下動作に問題は無く、他の駆動軸とも有意な差は無いことを確認した。 ・制御棒クラスタの外観確認により、スパイダ円筒部に堆積物が確認されたことから、堆積物が今回の事象に関連している可能性について引き続き詳細調査中。	?	8-5	
		上部炉心構造物と制御棒クラスタの結合	・製造履歴調査 ・運転履歴調査 ・制御棒クラスタと駆動軸の結合状況確認 ・外観確認(制御棒)	・図面により、上部炉心構造物と制御棒の位置関係から物理的に干渉する箇所が無いことを確認した。 ・製造記録により、上部炉心構造物に組み込まれた制御棒クラスタ案内管単体に対する拘束力試験で、制御棒クラスタ案内管と制御棒クラスタのインターフェースに問題が無いことを確認した。 ・前回定検以降の制御棒クラスタの操作において、異常な動作がなかったことを確認した。 ・事象発生後、駆動軸と制御棒クラスタを結合させた状態で、上下方向に操作して、上部炉心構造物と干渉せずスムーズに操作できることを確認した。 ・外観確認により、制御棒クラスタ頭部の外面に上部炉心構造物(案内管)と干渉した痕跡が無いことを確認した。	x	8-4 8-5 9-1 9-3		



---

## 1. 伊方発電所3号機第15回定期検査の概要

### 2. 通報連絡事象について

- (1) 伊方発電所3号機中央制御室非常用循環系の点検に伴う運転上の制限の逸脱
- (2) 伊方発電所3号機原子炉容器上部炉心構造物吊り上げ時の制御棒引き抜き
- (3) 伊方発電所3号機燃料集合体落下信号の発信
- (4) 所内電源の一時的喪失

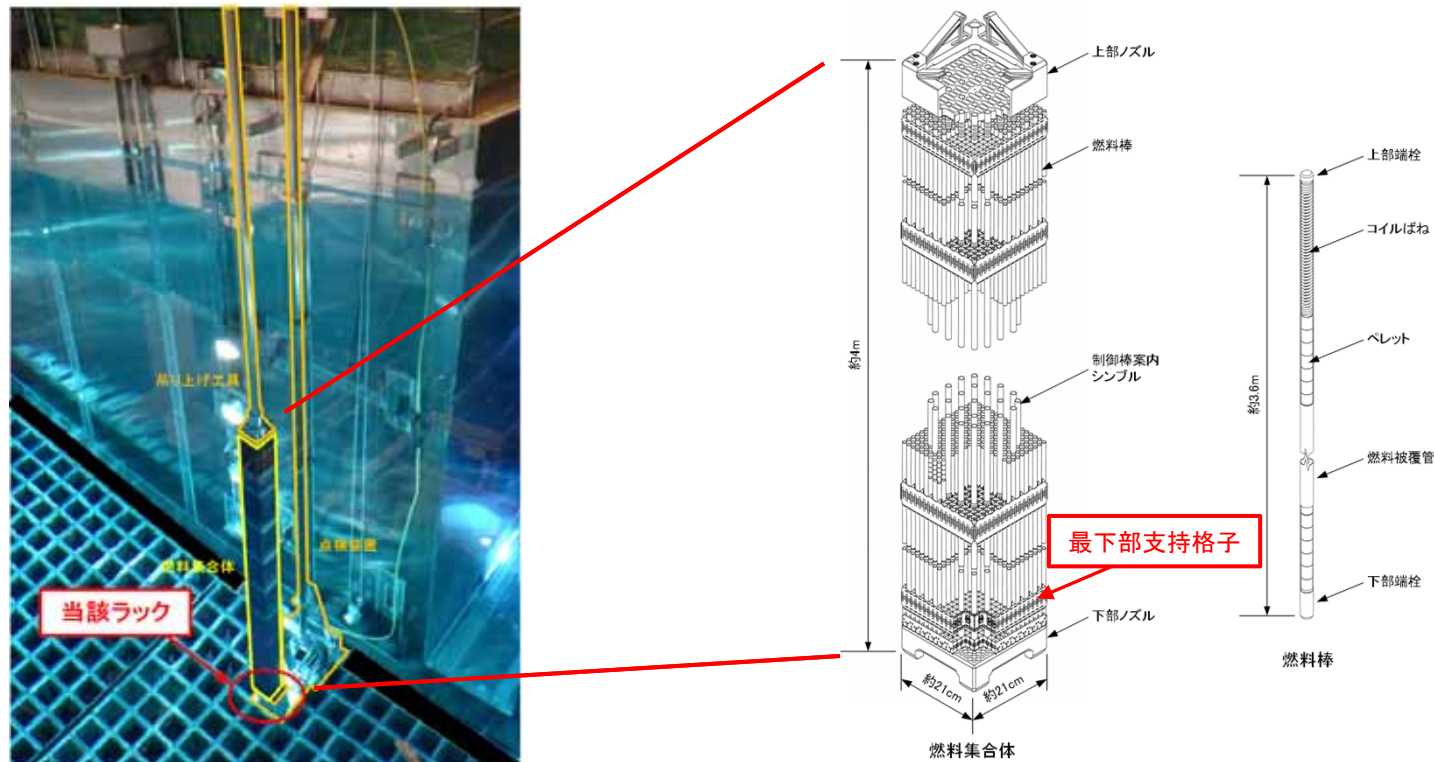
## 2. 通報連絡事象について

### (3) 伊方発電所3号機燃料集合体落下信号の発信（1/2）

- 伊方発電所3号機第15回定期検査中、使用済燃料ピット内で、燃料集合体※1を点検※2するため、クレーンを用いて点検用ラックに挿入していたところ、1月20日14時18分、燃料集合体の落下を示す信号が発信しました。
- 確認の結果、燃料集合体は落下しておらず、信号の発信は、燃料集合体を点検用ラックに挿入する際に、燃料集合体の下部ノズルが当該ラックの枠に乗り上がったことで、クレーンの吊り上げ荷重が減少したため、信号が発信したものと判断しました。

※1 燃料棒264本を束ねたもの。（約680kg/体、長さ約4m）

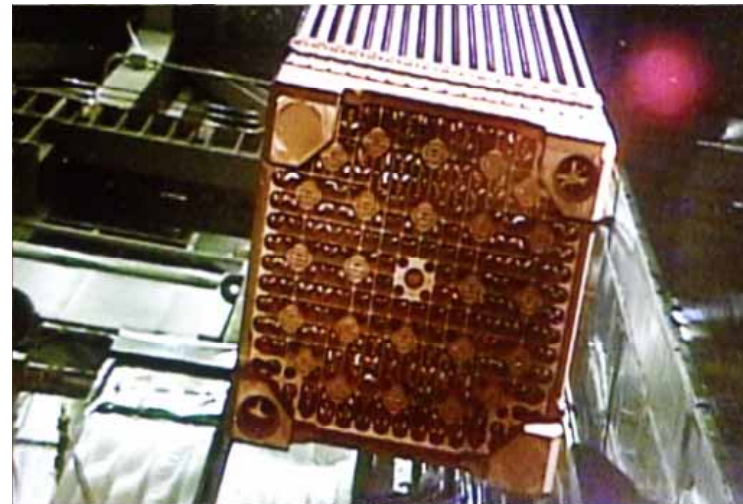
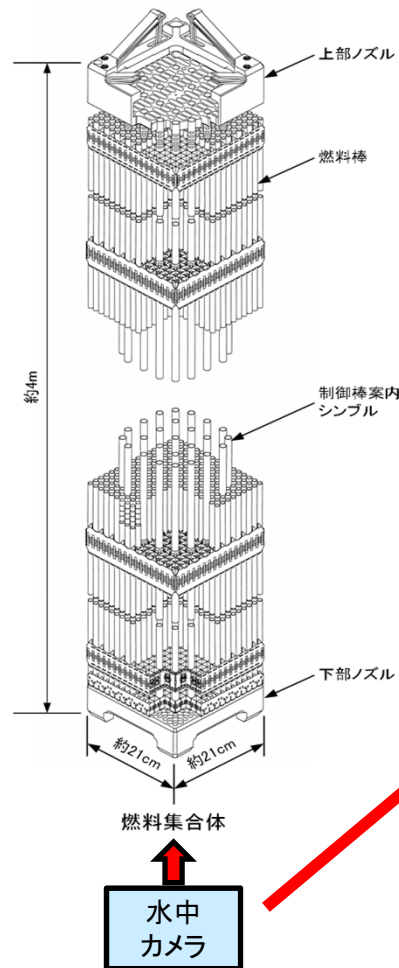
※2 燃料集合体の最下部支持格子内の燃料棒の支持部と燃料棒の間に隙間がないことをファイバースコープで確認する点検



## 2. 通報連絡事象について

### (3) 伊方発電所3号機燃料集合体落下信号の発信 (2/2)

- その後、水中カメラにより当該燃料集合体の外観を確認した結果、1月21日に異常が無いことを確認しました。なお、当該燃料集合体はウラン燃料であり、MOX燃料ではありません。
- 現在、関係者への聞き取り調査を実施するなど本事象に至った原因調査・再発防止対策の検討を進めています。



燃料集合体底部

伊方発電所第3号機  
燃料集合体点検時の落下信号発信について

---

(2月12日 原子力規制庁の公開会合での説明資料)



# 1. 事象概要

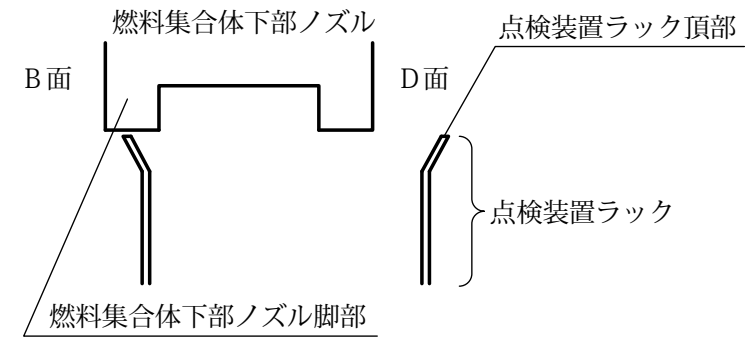
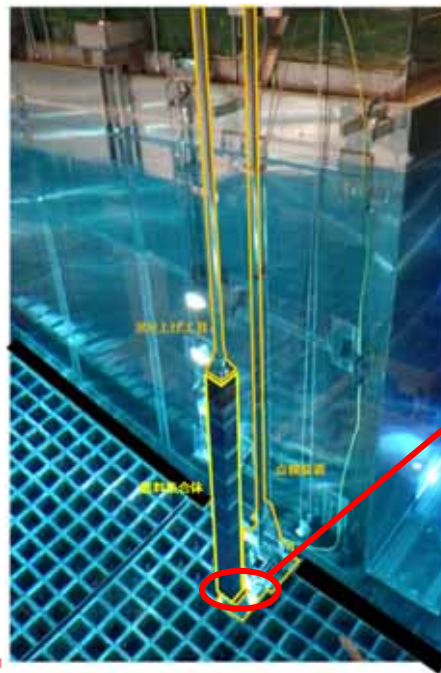
伊方発電所3号機は第15回定期検査中のところ、3号機使用済燃料ピットにおいて、燃料集合体の点検をするため、燃料集合体を使用済燃料ピット内で移動させていた際、1月20日14時18分に燃料集合体落下信号が発信した。

状況を確認したところ、燃料集合体を点検装置ラックに挿入する際に、当該ラックの枠に乗り上げたことにより、使用済燃料ピットクレーンの吊り上げ荷重が減少したため、信号が発信したものであり、燃料集合体は落下していないことを確認した。

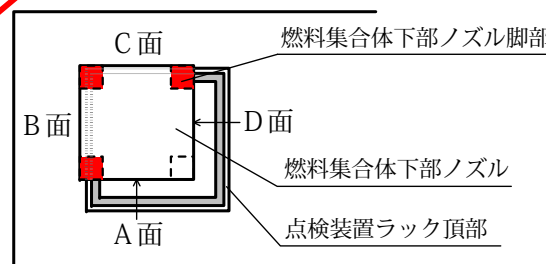
その後、燃料集合体を吊上げ、同日16時12分、使用済燃料ピット内の所定の保管位置に戻した。

燃料集合体落下信号発信に伴い、設計どおり使用済燃料ピットエリアの排気系統の切り替えが行われたことを確認し、同日16時17分、同信号をリセットした。

なお、本事象によるプラントへの影響および周辺環境への放射能の影響はなかった。



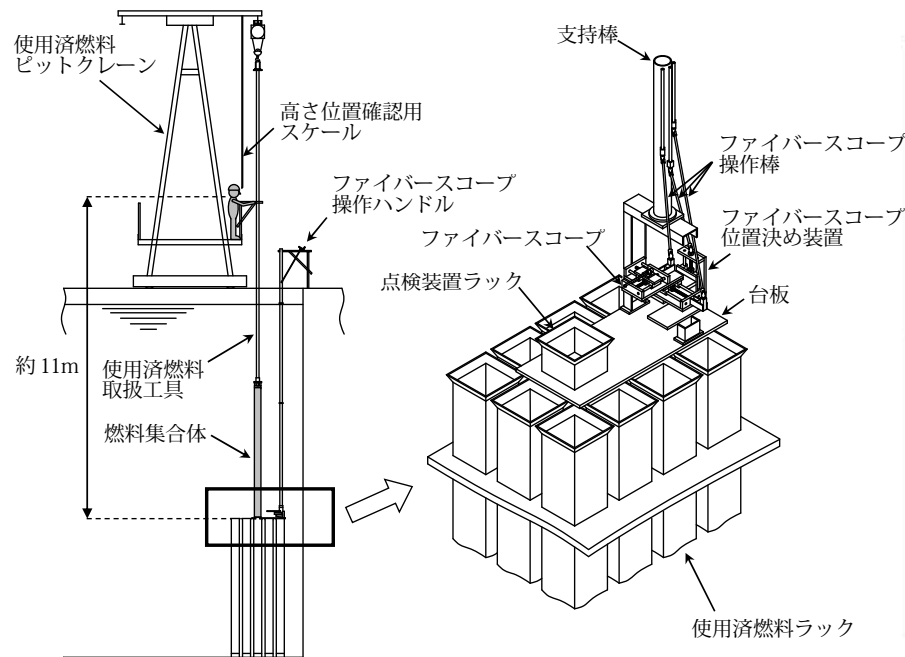
乗り上げ時断面図



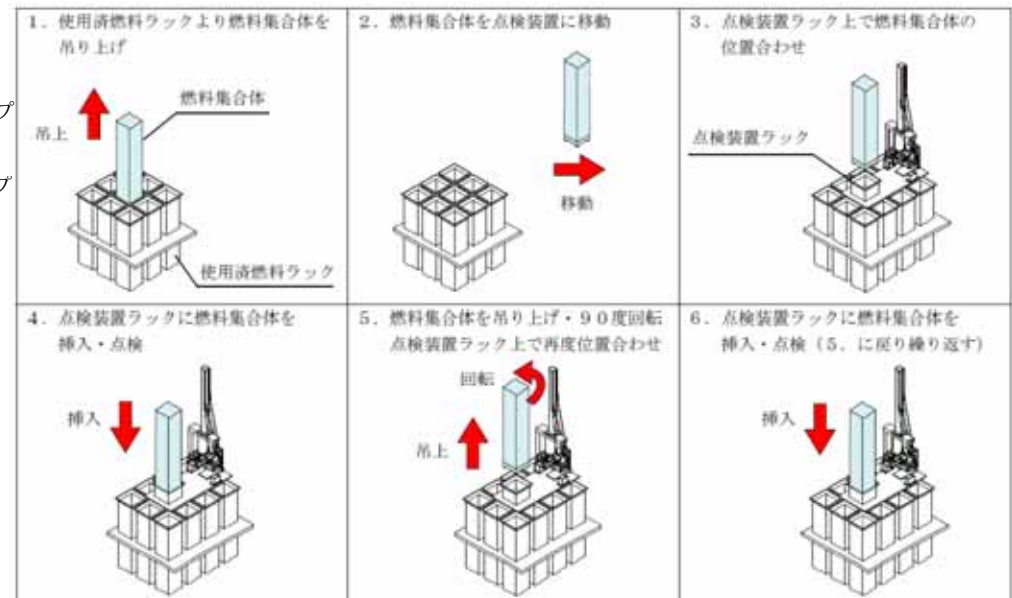
乗り上げ時平面図

## 2. 燃料集合体点検作業の概要

- 使用済燃料ラック上に設置した専用の点検装置に燃料集合体を挿入し、燃料集合体を吊り下げた状態で燃料棒の間隙にファイバースコープを挿入することにより、燃料集合体内部の点検を行う作業。
- 操作員は、使用済燃料ピットクレーンのブリッジ上から、クレーンの移動、工具の操作により、約11m下に設置された点検装置ラックに燃料集合体を挿入。
- 燃料集合体の4つの面(A面→B面→C面→D面)を確認するため、1面を確認するごとに燃料集合体を使用済燃料ピットクレーンで吊り上げ、90度回転させた後に再挿入を行う。
- 今回の定期検査では5体の燃料集合体の点検を行うこととしており、本事象は4体目で発生。



点検装置概略図

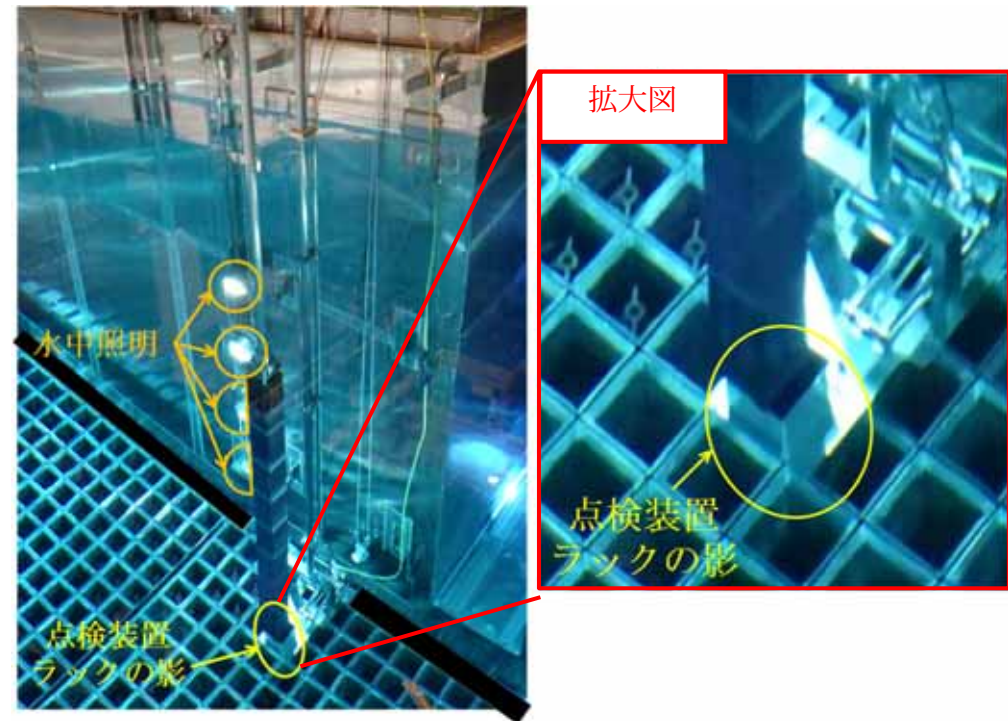
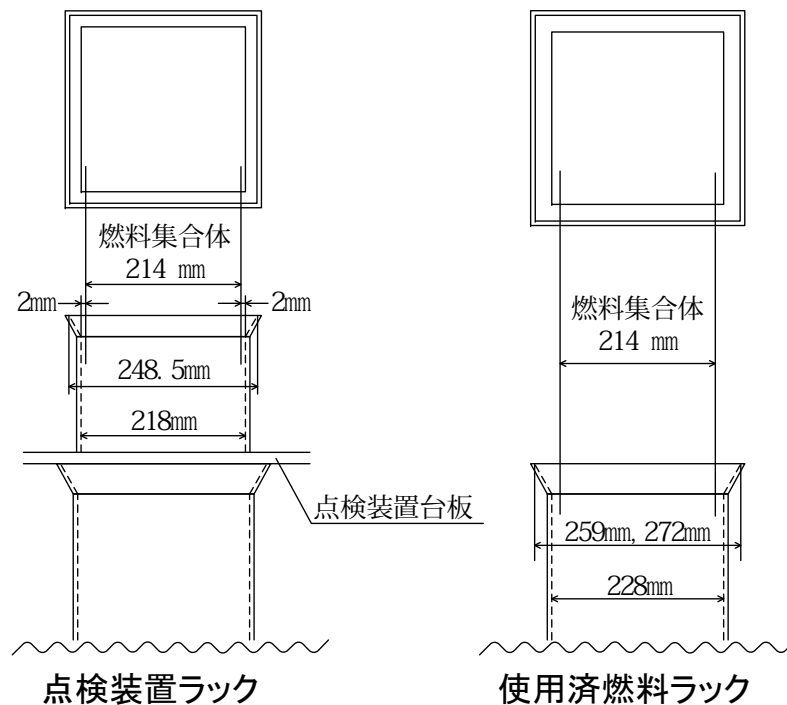


燃料集合体点検作業要領

### 3. 調査状況(1/3)

#### (1) 点検装置

- 点検装置ラック開口部の寸法は、使用済燃料ラック（259mmおよび272mm）に対し、248.5mmと小さく設定されている。
- 点検装置ラックの胴部内寸法は、点検中の燃料集合体の揺れや回転を防止するため、燃料集合体の外寸（214mm）に対し、隙間を片側2mmに制限した値（218mm）に設定されている。
- 使用済燃料ピットの常設の水中照明により、点検装置ラックの操作員側に影ができ、点検装置ラック開口部が使用済燃料ラックに比べ、見え難い状況であった。



点検装置ラックの視認性



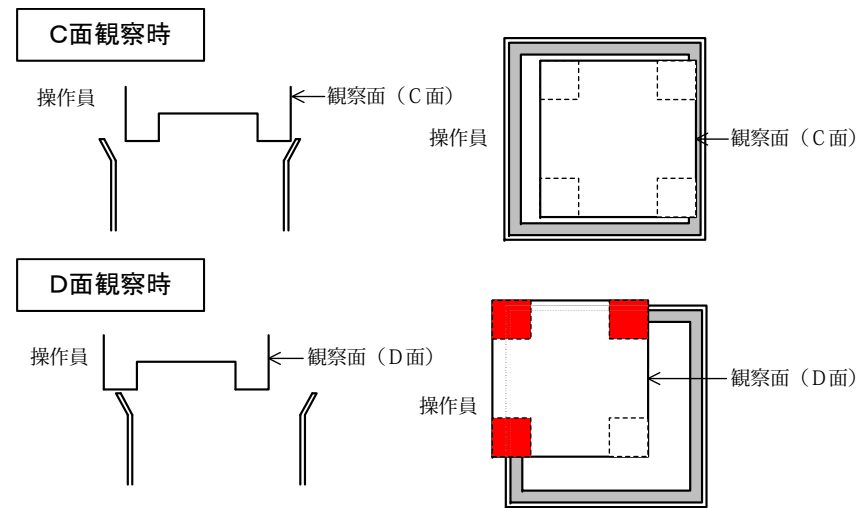
### 3. 調査状況(2/3)

#### (2) 作業状況

- 過去に3号機第13回および14回定期検査にて、合わせて2回実施した点検作業であり、作業要領書や作業体制について、過去2回と変更はなかった。
- 作業員については、燃料取扱作業の経験を有する者を配置していた。
- 本事象発生の直前の作業(当該燃料集合体C面の点検)時、燃料集合体を点検装置ラックに挿入しようとした際に、燃料集合体下部ノズルが点検装置ラック内側と接触し、燃料集合体の下降が自動停止した。使用済燃料ピットクレーンの吊荷荷重は、すぐに接触前の荷重に戻った。その後、燃料集合体を一度吊り上げ、センタリングに問題ないことを再度確認した後、慎重を期すため、インチング操作により燃料集合体を下降し、点検装置ラック内に挿入し、C面の点検を行った。
- その後、D面の点検を行うための燃料集合体の点検ラックへの挿入にあたっては、慎重を期すため、C面点検時同様にインチング操作により燃料集合体を下降させていたが、燃料集合体が点検装置ラックに乗り上げて、燃料集合体落下信号が発信した。使用済燃料ピットクレーンの吊荷荷重は、842kgから167kgに減少していた。



燃料集合体の点検における作業員の配員

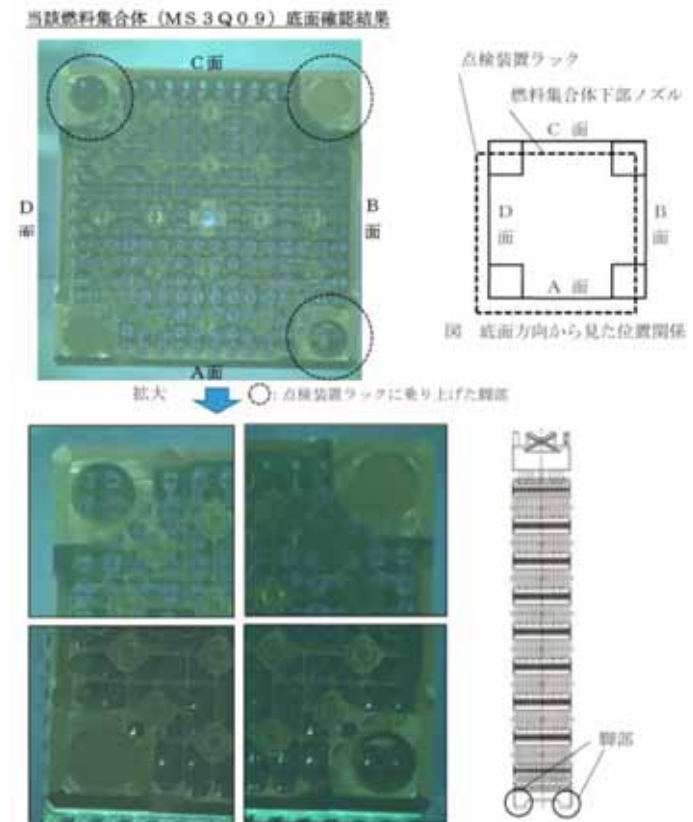
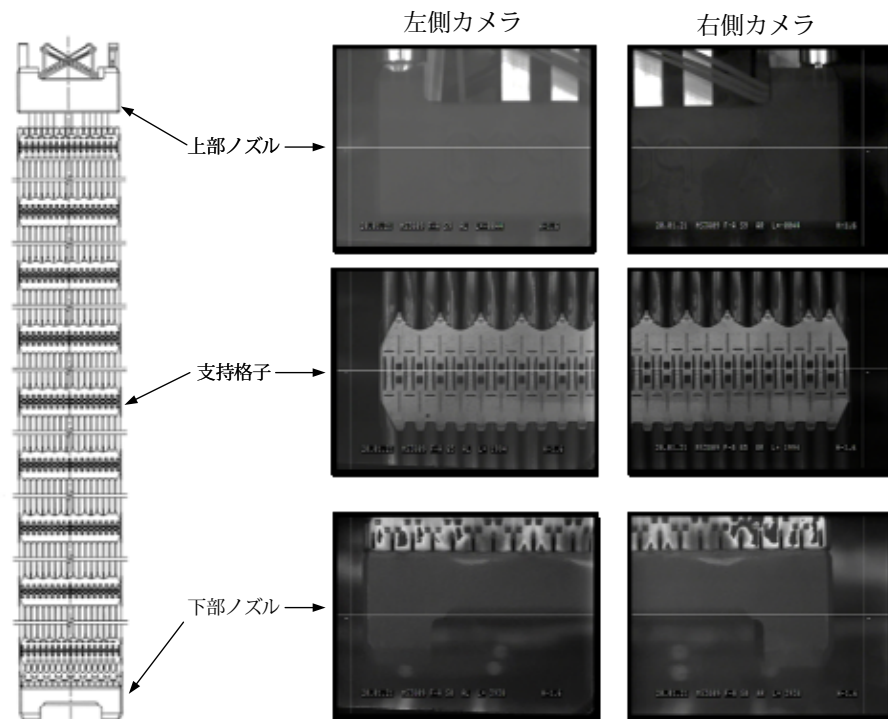


点検装置ラックへの燃料集合体挿入状況(C、D面)

### 3. 調査状況(3/3)

#### (3) 燃料集合体の健全性

- 燃料集合体の側面および底面について、外観確認を実施し有意な傷、変形等がないことを確認した。
- 点検装置ラックに乗り上げた燃料集合体下部ノズル底面については、さらに詳細確認を実施し、有意な傷、変形等がないことを確認した。
- 当該燃料集合体が点検装置ラックに乗り上げた際に当該燃料集合体に作用した荷重を評価し、燃料集合体の設計において健全性が確認されている荷重に十分な余裕があることを確認した。



## 4. 今後の調査等工程

➤ 今後の原因調査等の工程は以下のとおり。

	2020年	
	1月	2月～
原因調査	<div style="text-align: center;"> <div style="border: 1px solid black; background-color: #cccccc; width: 150px; height: 20px; margin: 0 auto; display: inline-block;">作業管理の状況調査</div>  <div style="border: 1px solid black; background-color: #cccccc; width: 150px; height: 20px; margin: 0 auto; display: inline-block;">発生時の状況調査</div> </div>	
燃料集合体等の健全性評価	<div style="border: 1px solid black; background-color: #cccccc; width: 150px; height: 20px; margin: 0 auto; display: inline-block;"></div>	
推定原因の分析	<div style="border: 1px solid black; width: 250px; height: 20px; margin: 0 auto; display: inline-block;"> <div style="background-color: #cccccc; width: 150px; height: 100%; display: inline-block;"></div> </div>	
再発防止対策の検討	<div style="border: 1px solid black; width: 150px; height: 20px; margin: 0 auto; display: inline-block;"></div>	

---

## 1. 伊方発電所3号機第15回定期検査の概要

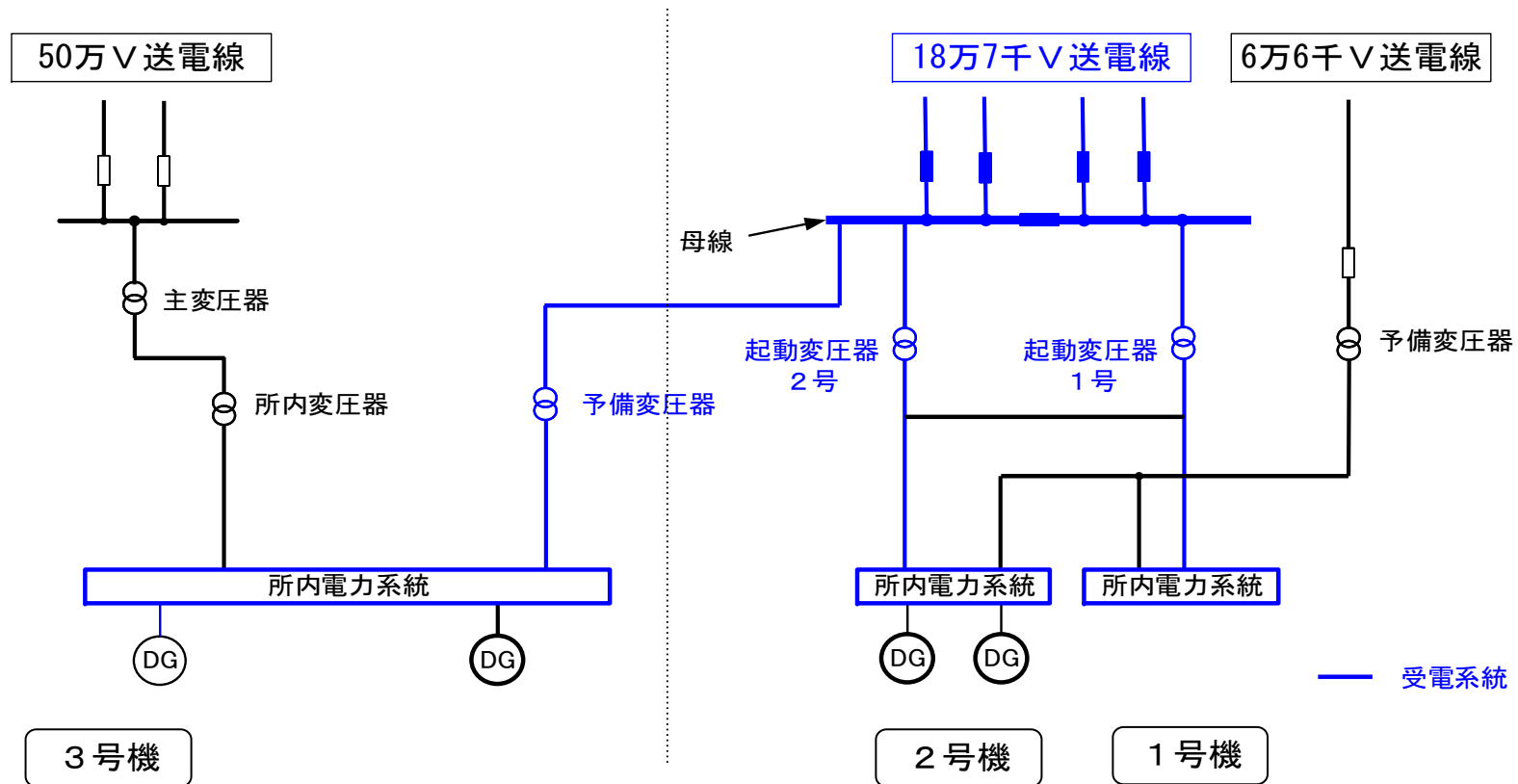
### 2. 通報連絡事象について

- (1) 伊方発電所3号機中央制御室非常用循環系の点検に伴う運転上の制限の逸脱
- (2) 伊方発電所3号機原子炉容器上部炉心構造物吊り上げ時の制御棒引き抜き
- (3) 伊方発電所3号機燃料集合体落下信号の発信
- (4) 所内電源の一時的喪失

## 2. 通報連絡事象について

### (4) 所内電源の一時的喪失 (1 / 4)

伊方発電所 1、2、3号機の電源を 18万7千V送電線 4回線から受電していたところ、1月25日 15時44分、18万7千V母線保護装置が動作し、18万7千V送電線 4回線からの受電が停止したことから、自動的に予備電源に切り替わりました。

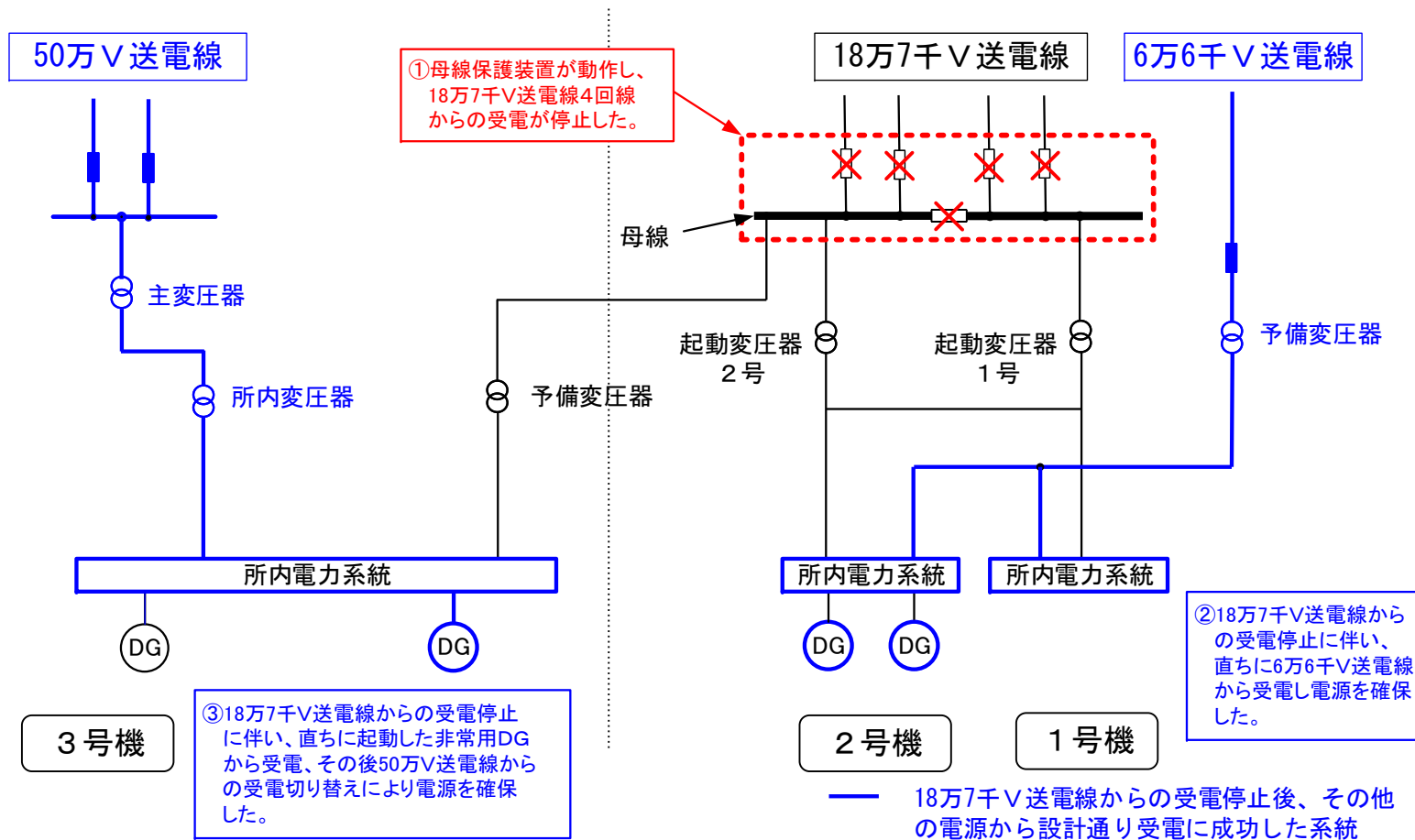


事象発生前の伊方発電所内電力系統図

## 2. 通報連絡事象について

### (4) 所内電源の一時的喪失 (2 / 4)

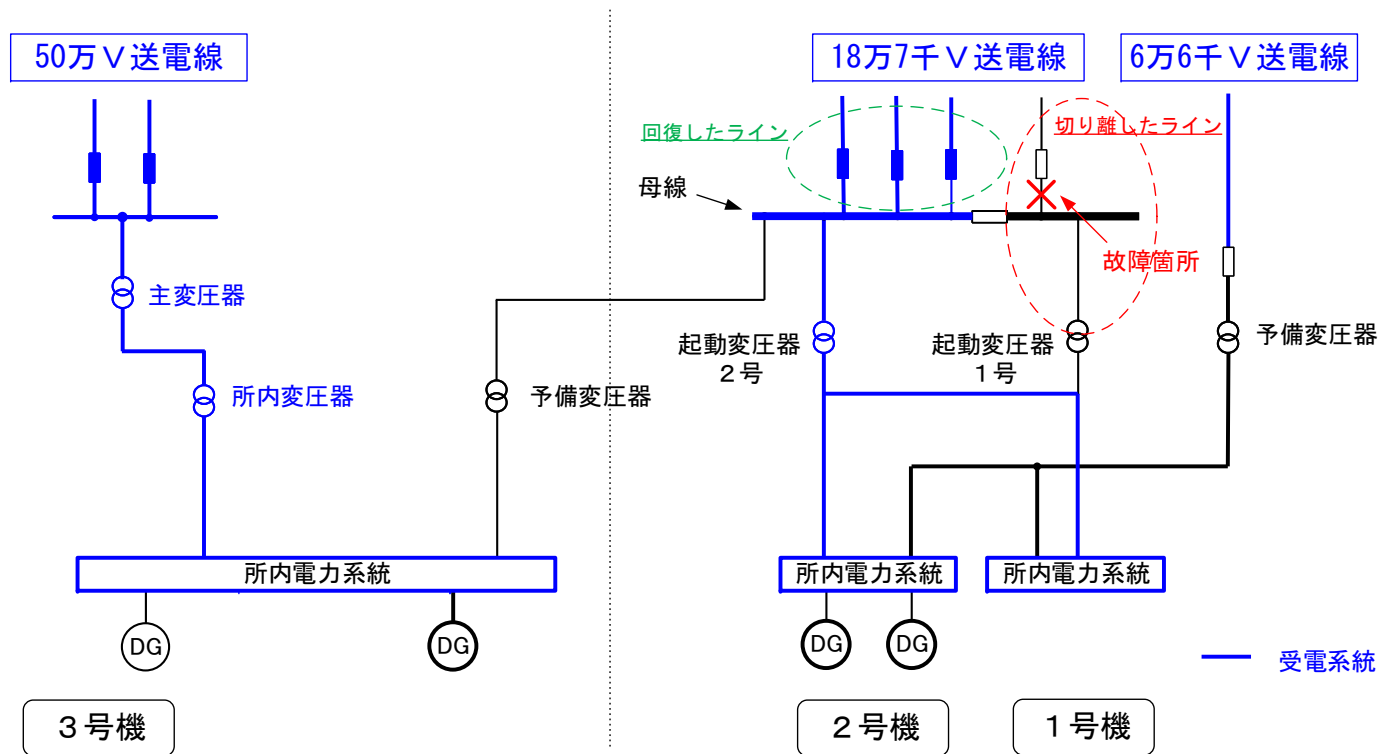
1、2号機は、直ちに6万6千V送電線からの受電に切り替わり、3号機は、直ちに起動した非常用ディーゼル発電機から受電し、その後、50万V送電線からの受電に切り替えました。



## 2. 通報連絡事象について

### (4) 所内電源の一時的喪失 (3 / 4)

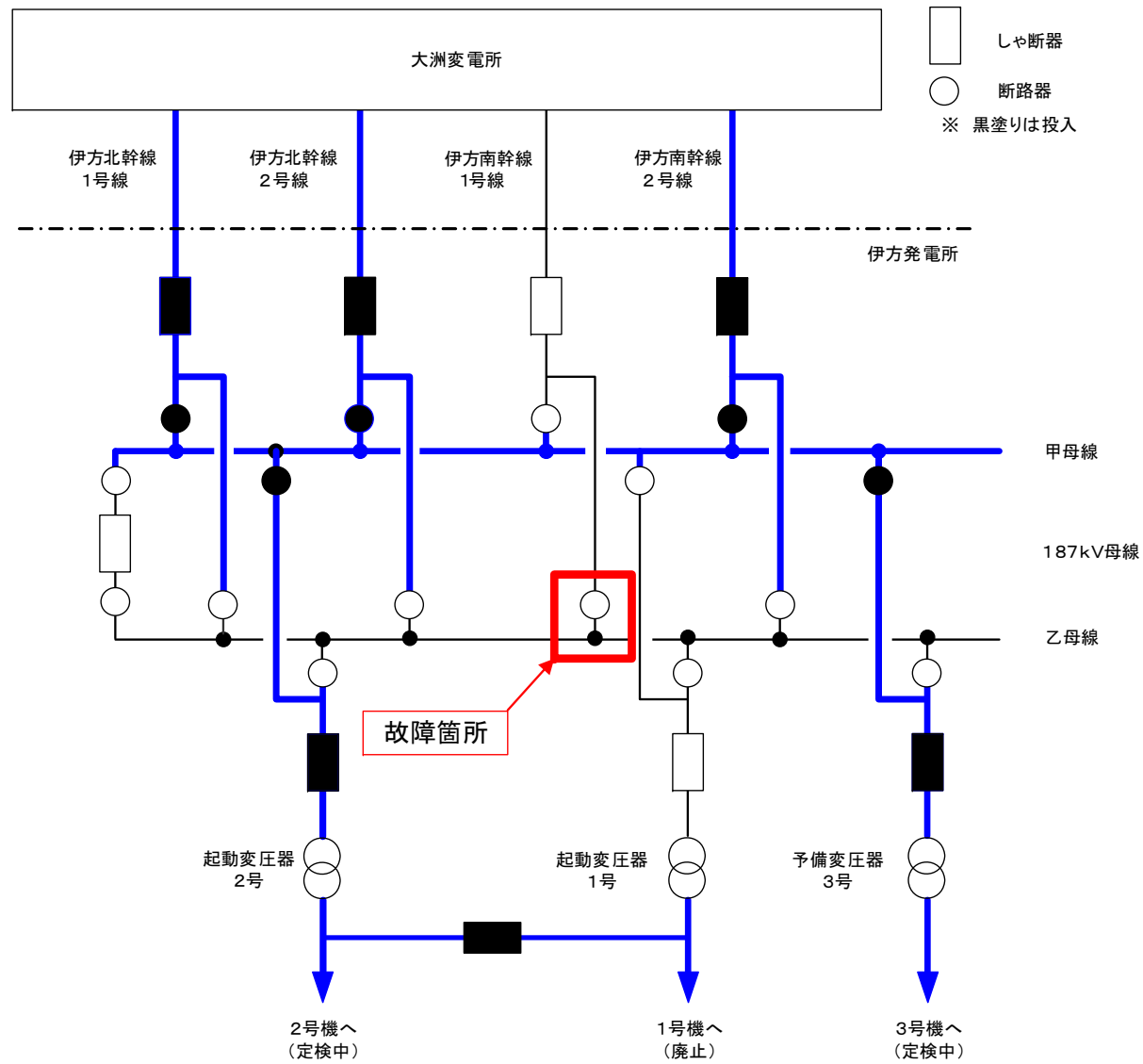
- 調査の結果、18万7千V送電線4回線のうち、1回線の送電線が母線に接続される部分に設置している設備の故障を確認しました。  
このため、当該1回線の切り離しを実施し、1月27日17時13分、残りの3回線から受電しました。
- これにより、今回の事象発生時に受電できなくなった18万7千V送電線からの所内電源を確保しました。
- 現在、故障個所の状況確認など本事象に至った原因調査・再発防止対策の検討を進めています。



送電線復旧後の伊方発電所内電力系統図

## 2. 通報連絡事象について

### (4) 所内電源の一時的喪失 (4 / 4)



伊方発電所18万7千V回路概略図(送電線復旧後)



## 所内電源の一時的喪失

---

(2月12日 原子力規制庁の公開会合での説明資料)



# 1. 事象概要(1/2)

- (1) 事象発生の日時  
2020年1月25日 15時44分  
(187kV母線保護継電装置動作)
- (2) 事象発生の設備  
187kVガス絶縁開閉装置
- (3) 事象発生時の運転状況  
1号機 廃止措置中  
2号機 2018年5月23日運転終了  
(第23回定期検査中)  
3号機 第15回定期検査中
- (4) 事象発生の状況

1月25日15時44分、伊方発電所  
1、2号機の屋内開閉所(管理区域外)  
において、187kV母線連絡遮断器を  
動作させる保護継電装置(ブスタイリレー)の取替え終了後の確認作業で起動変圧器2号を系統切替え  
するため甲母線断路器を操作しようとしたところ、187kV母線保護継電器(以下、「187kV母線保護リ  
レー」という。)が動作し、乙母線に接続されている187kV送電線4回線全ての遮断器が開放して受電  
が停止した。

このため、1、2号機は直ちに66kVの予備系統から受電した。また、3号機は直ちに起動した非常用  
ディーゼル発電機から受電し、その後、500kV送電線からの受電に切替えた。これにより、1、2号機お  
よび3号機ともに外部からの受電は復旧した。

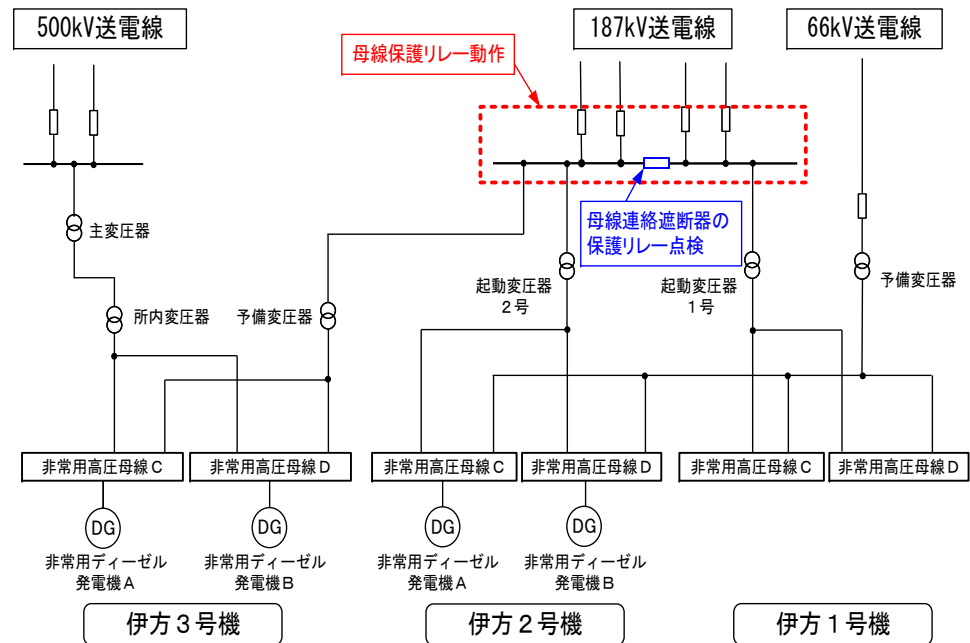


図1 所内電源系統図

# 1. 事象概要(2/2)

## (5) 事象発生箇所の特定

事象発生後の現場確認の結果、187kV送電線4回線のうち、1回線から受電する电路の一部に設備故障があることを確認した。

このため、当該电路の切り離しを実施し、1月27日17時13分、当該电路を含む1回線を除く3回線から受電して、187kV送電線からの所内電源を確保した。

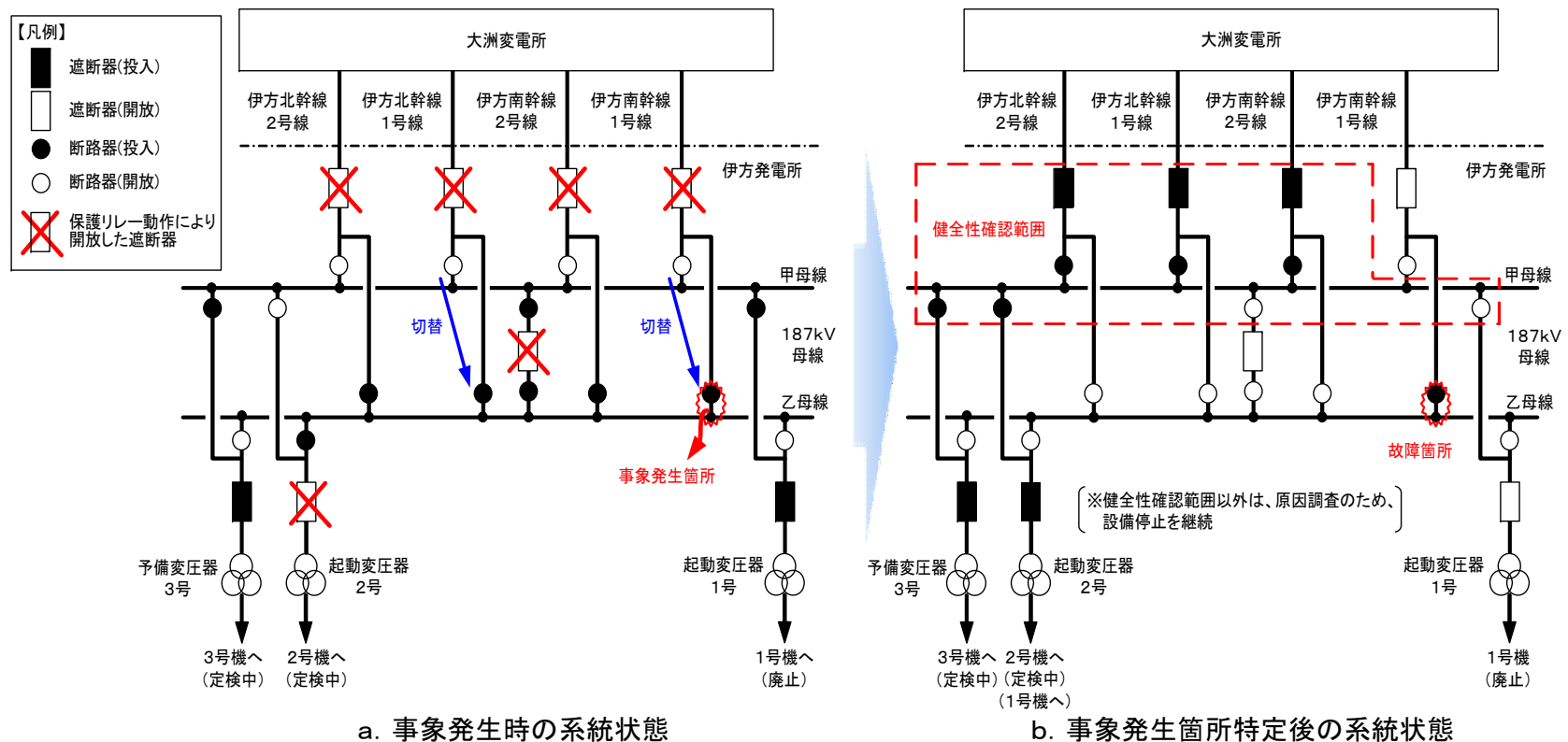


図2 事象発生前後の187kV送電系統状態

## 2. 事象発生時の原子炉施設への影響(1/4)

### (1) 電源確保状況

事象発生時における1号機、2号機および3号機の電源確保状況について、適切に外部電源および非常用電源が確保※されており、問題がなかったことを確認した。

※常用の外部電源が喪失した場合は、自動で予備の外部電源に切替わり、予備の外部電源が使用できない場合は、非常用ディーゼル発電機から自動で受電するよう設計している。

今回、3号機については、試験のため187kVから受電していたことから、事象発生に伴いDGから自動で受電した。500kVは待機状態としていたことから、その後速やかに500kVに手動で切替えを行った。

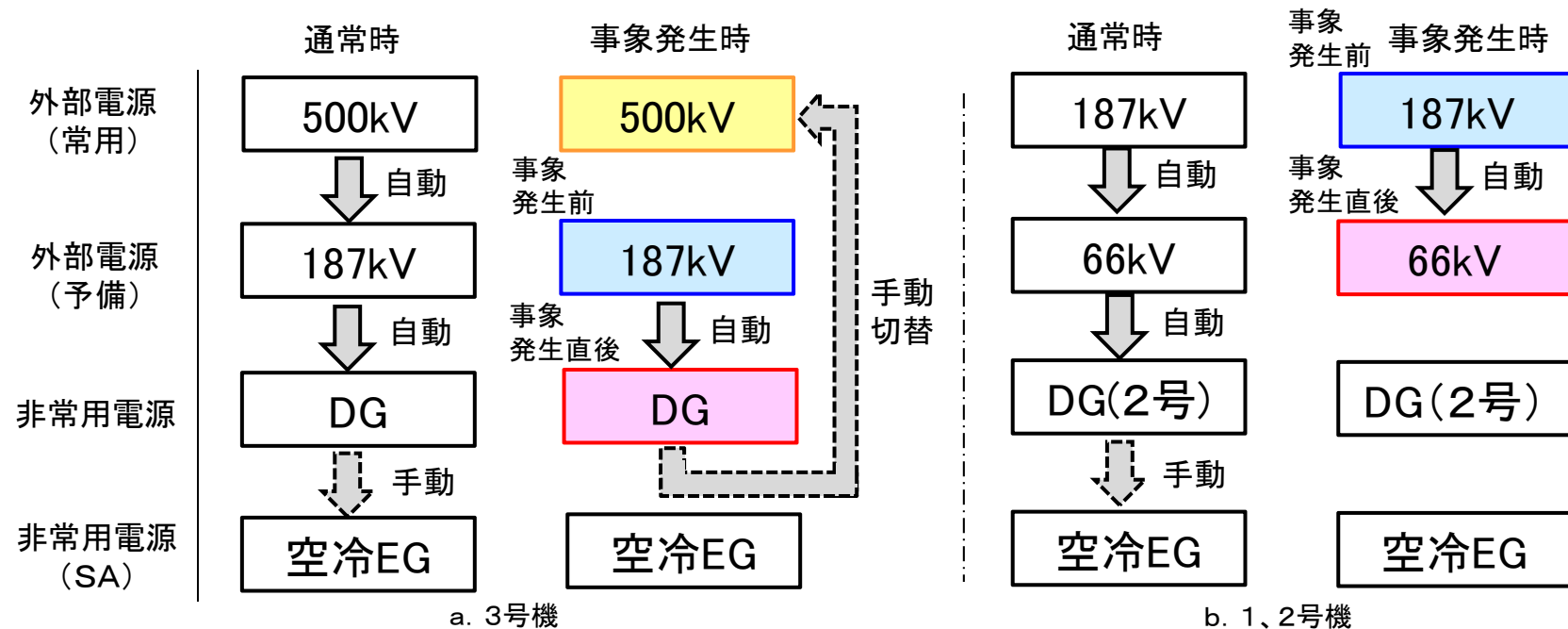


図3 事象発生時の所内電源系統状況

## 2. 事象発生時の原子炉施設への影響(2/4)

### (2) 3号機の使用済燃料冷却再開までの対応について

事象発生後、非常用ディーゼル発電機の自動起動、受電、使用済燃料ピット冷却に必要な補機の自動起動など、設計通り動作していることを確認した後に、現場で使用済燃料ピットポンプを起動することにより使用済燃料ピットの冷却を再開しており、手順通りの対応を実施した。

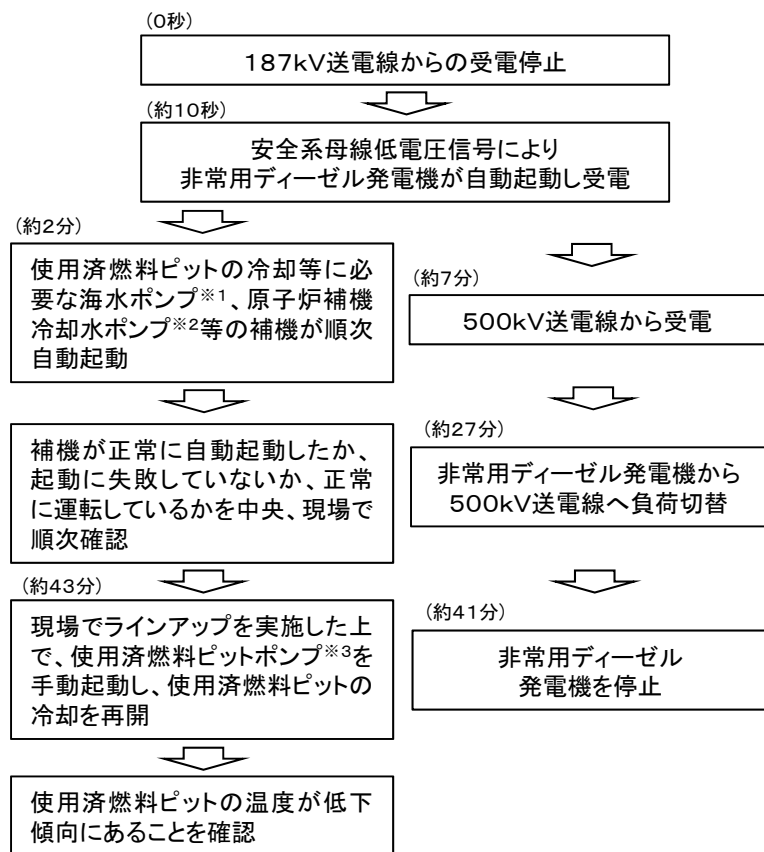


図4 事象発生から使用済燃料ピット冷却再開までの対応

連続して使用済燃料ピットの水位、温度推移を監視

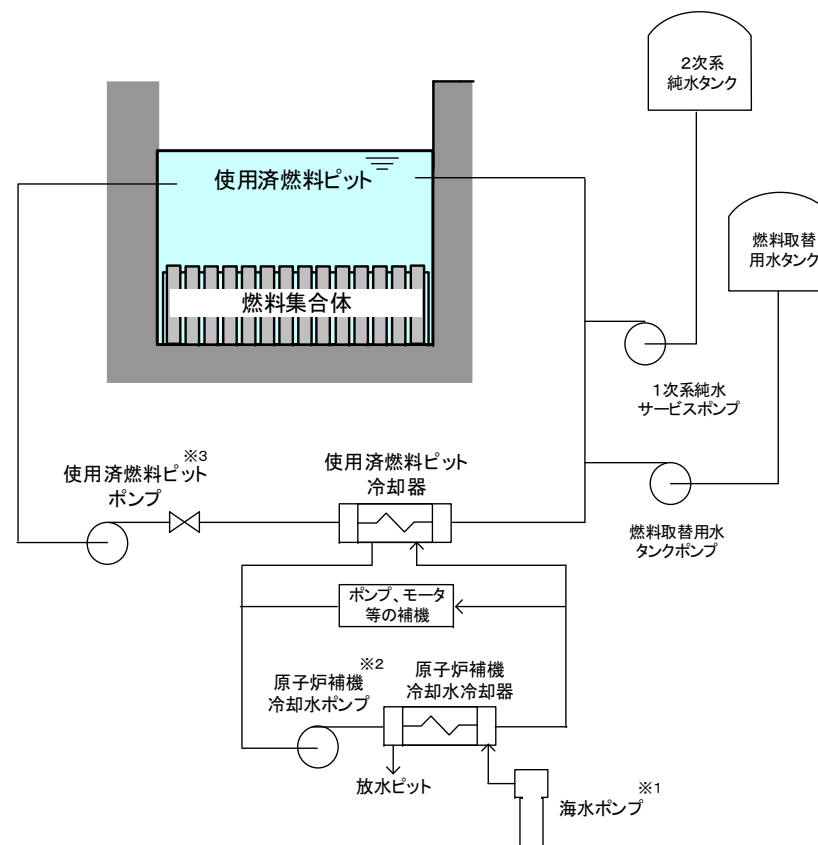


図5 使用済燃料ピット水浄化冷却系等

## 2. 事象発生時の原子炉施設への影響(3/4)

### (3) 燃料冷却状況について

非常用高圧母線の停電から使用済燃料ピットの冷却を再開するまでの温度上昇は最大1.1℃（3号機Aピット）であり、通常運転における温度変化の範囲であったこと、また保安規定に定める使用済燃料ピットの温度に係る制限値65℃に対して十分な余裕※があったことから、使用済燃料の冷却状態に問題はなかった。また、2、3号機ともSFPの水位に有意な変動はなかった。

※評価上65℃までの到達時間は、約20時間

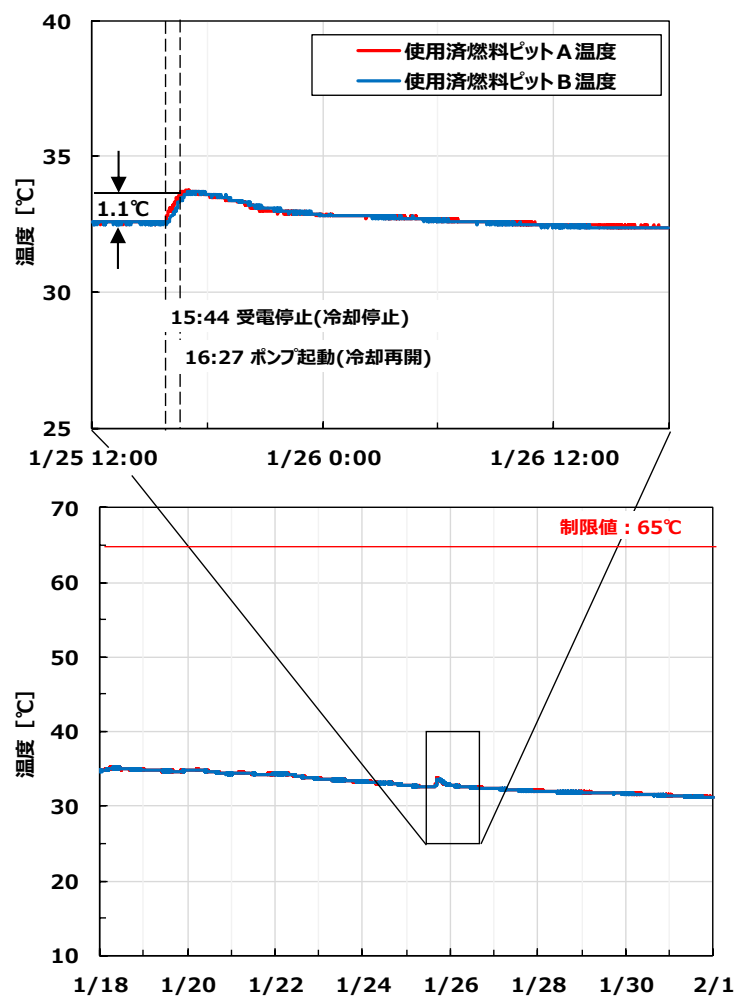
表1 使用済燃料ピットの燃料貯蔵体数 [体]

燃料種別		号機		3号機	
		1号機	2号機	Aピット	Bピット
ウラン燃料 (照射済)		—	316	848	635
MOX 燃料	照射済	—	—	16	—
	新燃料	—	—	5	—

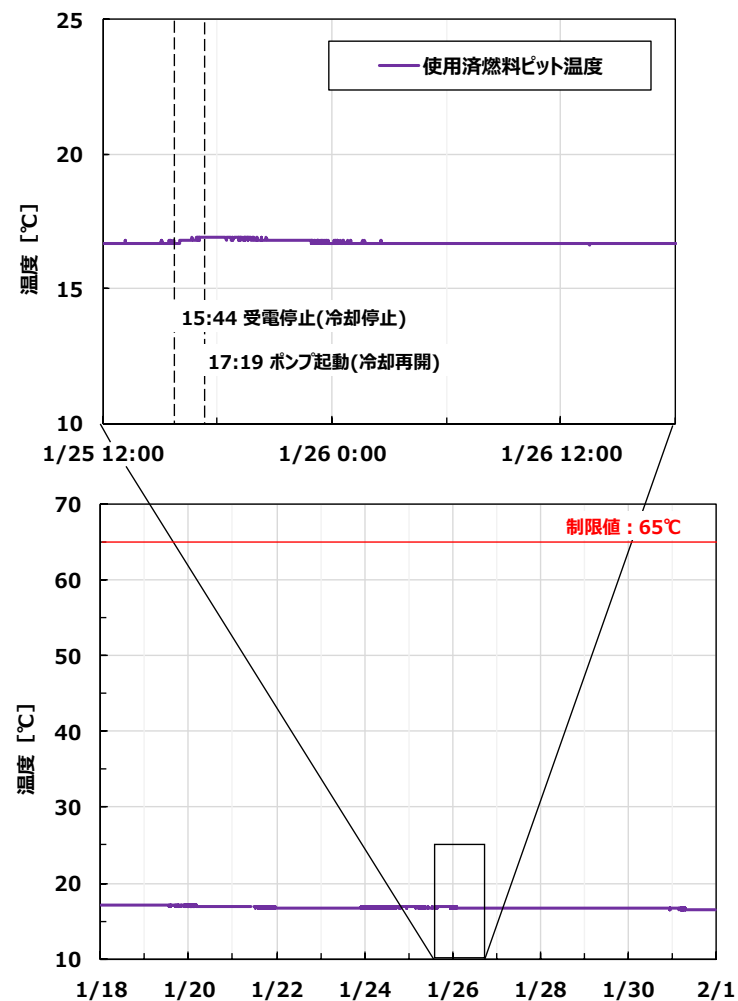
表2 事象発生時の使用済燃料ピット水温 [℃]

時系列	号機	3号機	
	2号機	Aピット	Bピット
事象発生前 (15時時点)	16.7	33.0	32.3
事象収束後 (19時時点)	16.9	33.8	33.2
上記期間の最高値	16.9	34.1	33.3

## 2. 事象発生時の原子炉施設への影響(4/4)



a. 3号機



b. 2号機

図6 使用済燃料ピット温度

### 3. 事象発生時の作業状況(1/2)

#### (1) 作業内容および手順

当該試験に伴う電源系統切替作業については、「四国電力株式会社 系統運用指針」等の社内規定に従い、関係箇所では協議の上、作業計画を策定し、一指令ごとに一操作を行い、その都度確認を行う操作指令により実施していた。

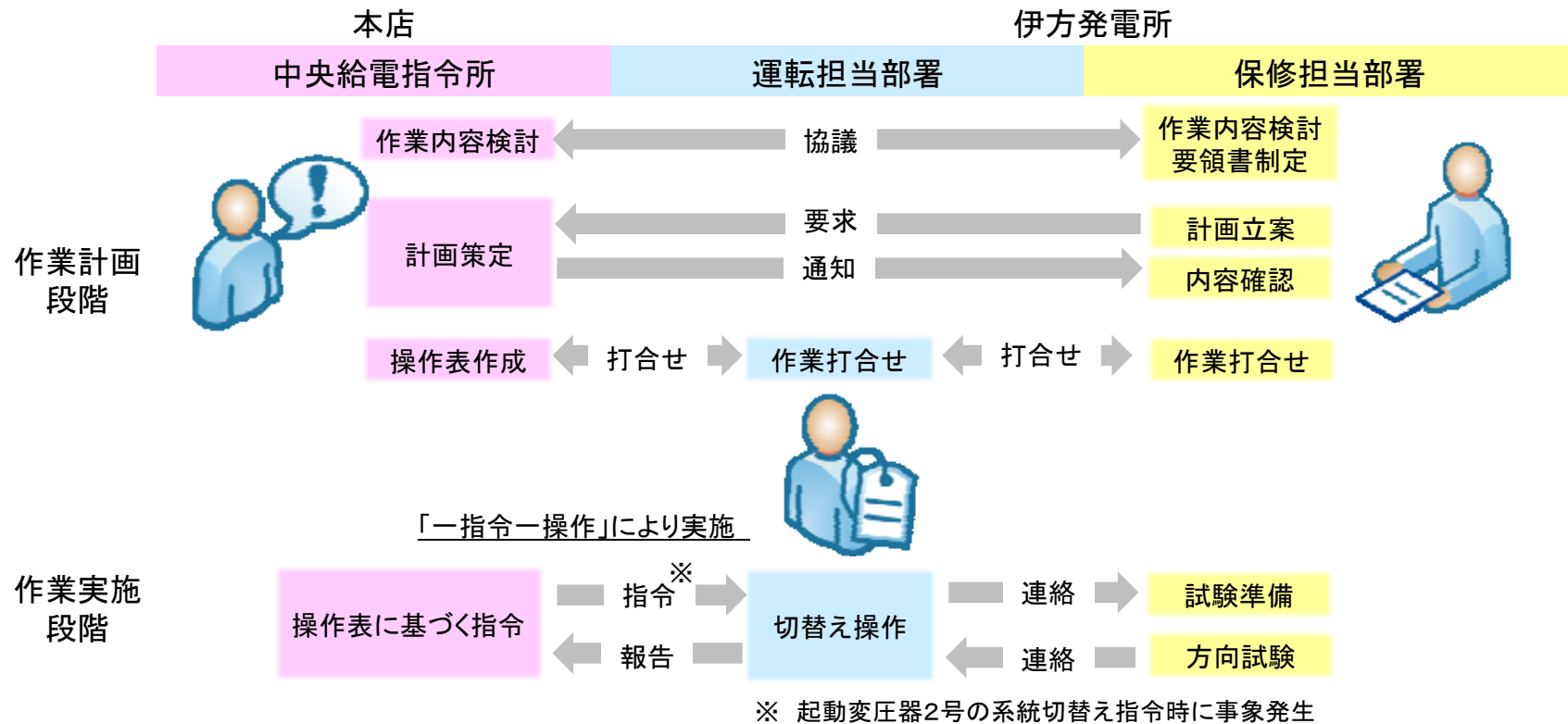


図7 系統切替作業に係る組織および作業フロー



### 3. 事象発生時の作業状況(2/2)

#### (2) 電源系統の状況

当該試験に伴う電源系統構成については、方向試験※のための制約があるなかで、各号機に必要な非常用ディーゼル発電機および空冷式非常用発電装置を確保しており、外部電源系統の事故に対して電源の多様性を確保していた。

また、今回の事象を踏まえて、今後の試験系統については、再評価、検討を実施する。

※187kV母線連絡遮断器の保護リレー取替え後の健全性確認試験として、当該遮断器に対して一方向から所定の負荷電流を流し、保護リレーへの入力状態に問題がないことを確認する試験。

今回の試験では、廃止に伴い1、2号機の所内負荷が少なかったことから、3号機負荷も接続。

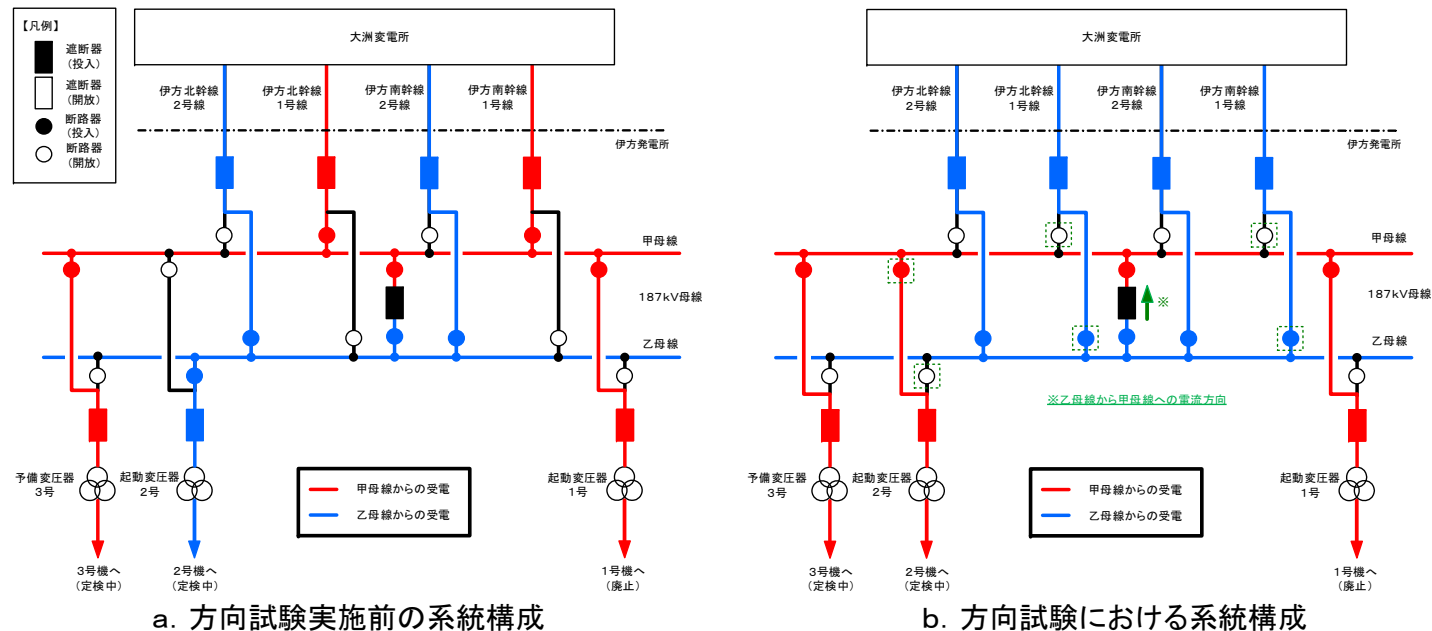


図8 試験時の系統構成

## 4. 調査状況

### (1) 事象発生箇所確認状況

故障を確認した伊方南幹線1号線乙母線断路器ユニットのハンドホールを開放し内部確認を実施した。

- ・タンク内に分解ガスによるフッ化物(白粉)の堆積を確認。
- ・V-W相間の断路器絶縁操作軸に黒色の炭化痕跡が見られ、V-W相間での相間短絡発生の痕跡を確認。
- ・V-W相間の絶縁操作軸周辺の導体にも相間短絡による損傷を確認。
- ・相間短絡発生部位周辺の絶縁スペーサ、タンク、導体に相間短絡時の溶融物の飛散を確認。
- ・V相可動接触子について、W、U相との位置の不整合を確認。

今後、要因分析図を作成し、現地およびメーカー工場において詳細調査を行い、原因調査、対策を講ずる。

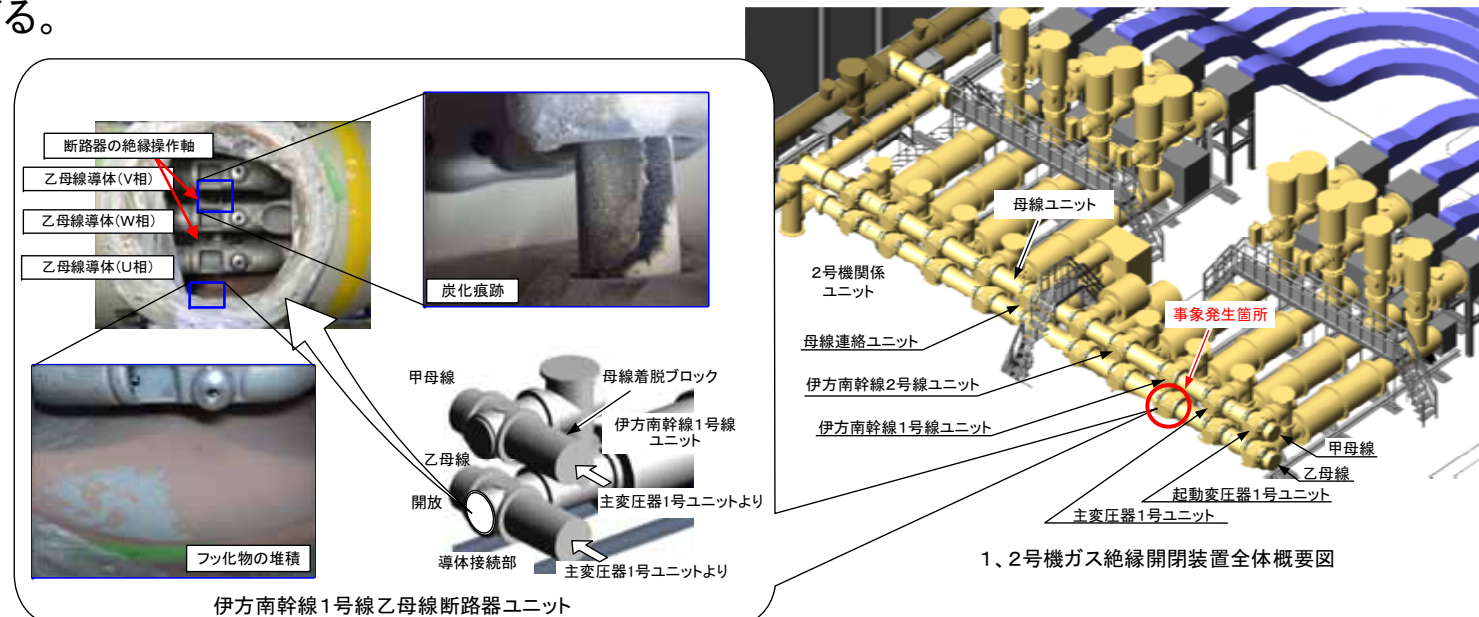


図9 内部確認状況

## 5. 今後の調査工程

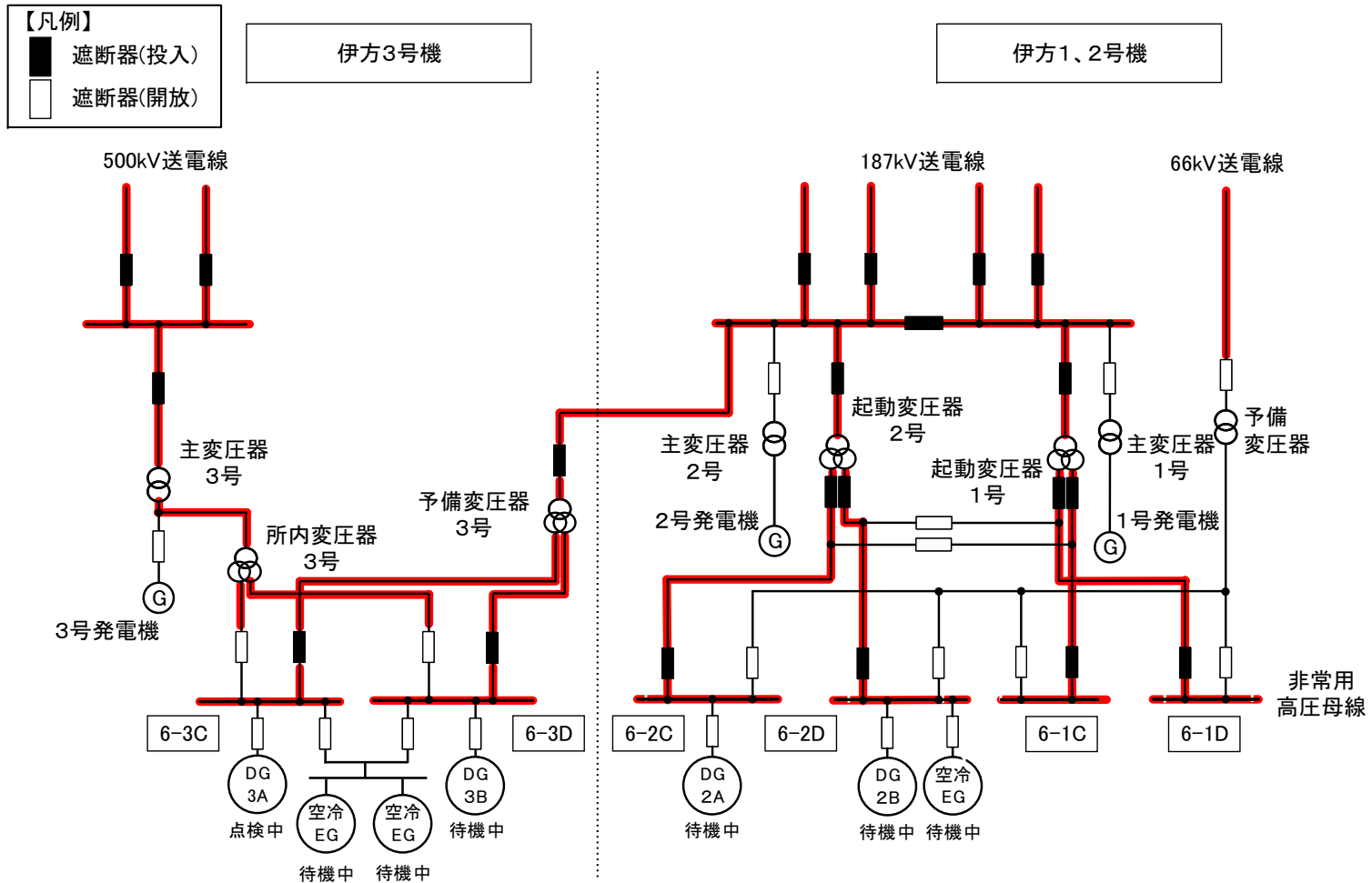
(1) 今後の原因調査等の工程は以下の通り。

表3 調査工程表

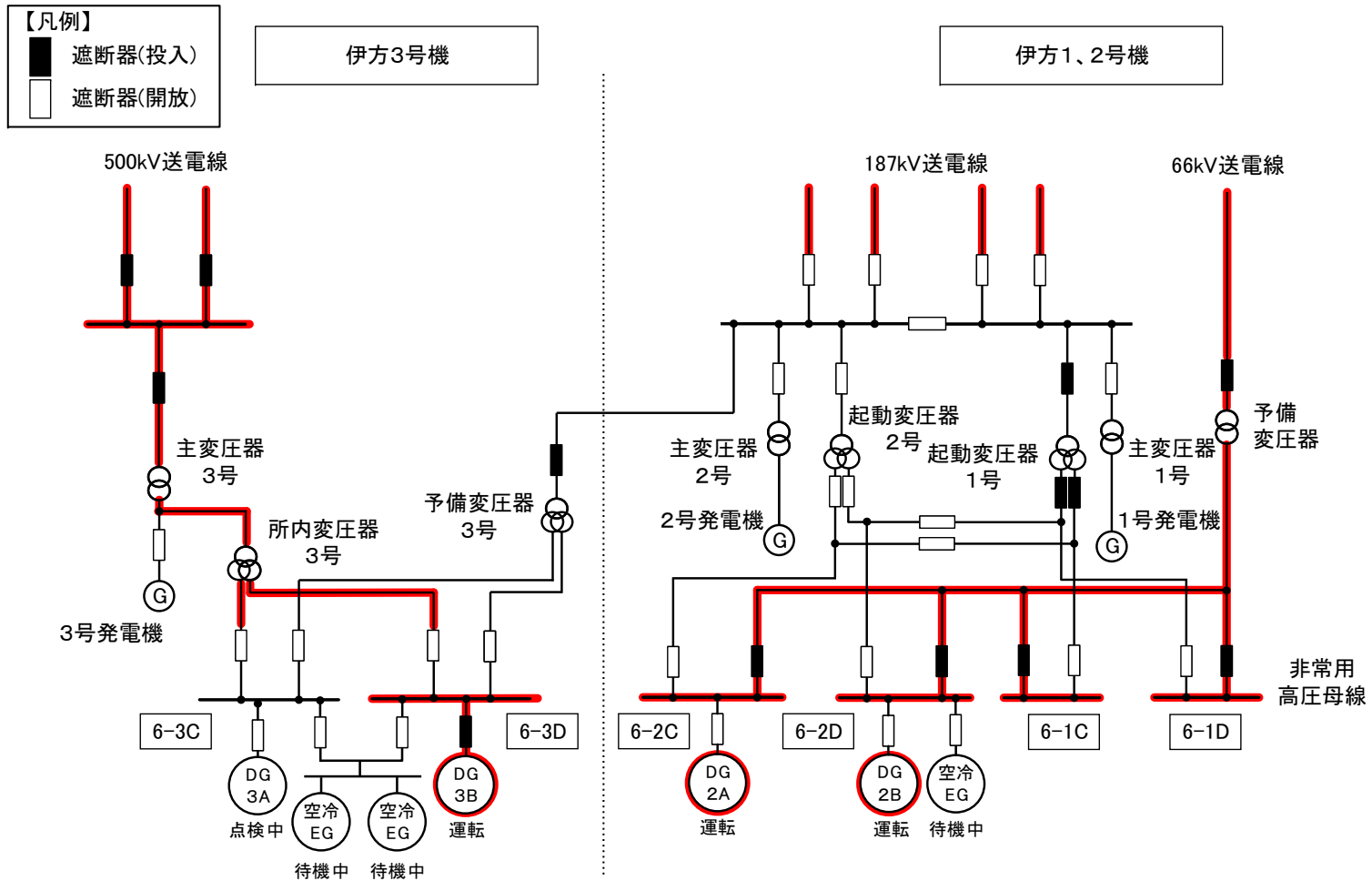
	2020年	
	1月	2月以降
原因調査		<div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block;">ガス絶縁開閉装置の内部調査</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block; margin-left: 100px;">事象原因の詳細調査（工場）</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block; margin-left: 50px;">類似事例調査</div>
事象発生メカニズム・ 推定原因の検討		<div style="border: 1px solid black; width: 100%; height: 20px; background-color: #cccccc; margin-bottom: 5px;"></div> <div style="border: 1px solid black; width: 100%; height: 20px;"></div>
再発防止対策の検討		<div style="border: 1px solid black; width: 100%; height: 20px;"></div>

---

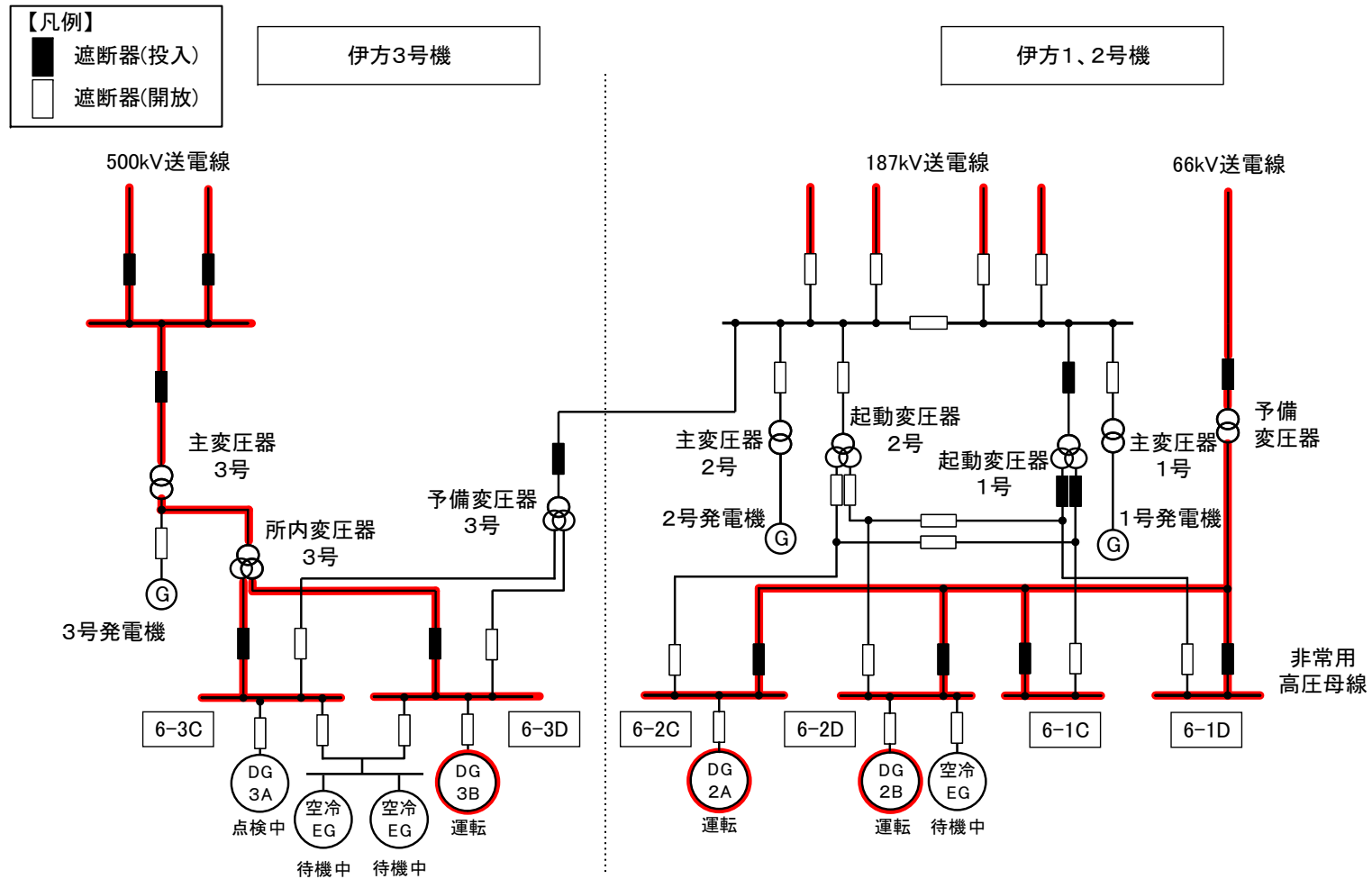
# 参 考 资 料



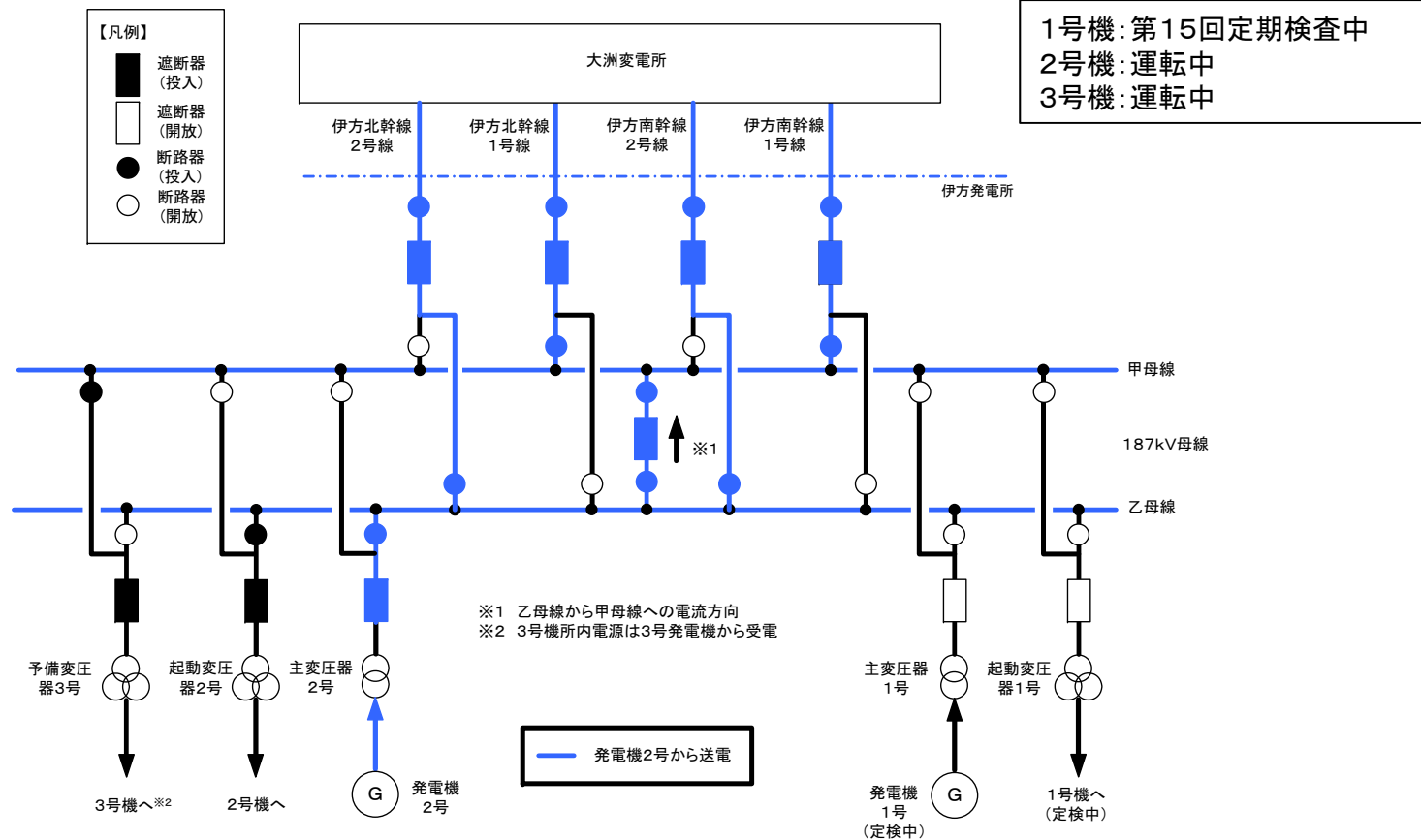
参考図 1 事象発生前の所内電源系統



参考図2 事象発生後の所内電源系統状態 (3号DG給電)



参考図3 事象発生後の所内電源系統状態 (3号500kV送電線)



187kV母線連絡保護継電装置更新時の電源系統構成 [1号機第15回定期検査(1995年)]

参考図4 試験時の系統構成(実績)





参考表 1 国内類似事例調査結果

国内類似事例について、原子力施設情報公開ライブラリー(ニューシア)登録情報から、外部電源喪失(信号発信含む)に伴いディーゼル発電機が起動した事例を抽出した。

No.	ユニット名	件 名	事象発生箇所	事象発生日
1	泊発電所	テレメータ伝送データの欠測(北海道胆振東部地震)	送受電系統	2018年 9月 6日
2	女川発電所 1号	275kV母線保護装置更新工事における女川原子力発電所 1号機所内電源の停電の発生について	所内交流電源系	2015年 9月 29日
4	東通発電所 1号	【東日本大震災関連】東北地方太平洋沖地震(余震)による 外部電源喪失に伴う運転上の制限逸脱	送受電系統	2011年 4月 7日
5	東通発電所 1号	【東日本大震災関連】東北地方太平洋沖地震による外部電源 喪失に伴う運転上の制限逸脱	送受電系統	2011年 3月 11日
6	志賀発電所 1号	能登半島地震に伴う外部電源喪失時の運転上の制限逸脱につ いて	送受電系統	2007年 3月 25日
7	敦賀発電所 1号	送電線事故に伴う一時的な受電停止について	送受電系統	2005年 12月 22日
8	大飯発電所 1, 2, 3, 4号	送電系統事故に伴う大飯1, 2号機原子炉停止及び大飯3, 4号機所内単独運転について	送受電系統	2005年 12月 22日
9	敦賀発電所 1号	送電線事故に伴う一時的な受電停止について	送受電系統	2005年 12月 15日
10	美浜発電所 3号	4-3C母線電圧低信号発信に伴うAディーゼル発電機の自 動起動について	所内交流電源系	2005年 4月 6日
11	東海第二 発電所	定期検査中の所内電源の一部停電について	所内交流電源系	2004年 2月 10日
12	敦賀発電所 2号	6.9kVメタクラ2A母線低電圧による非常用ディーゼル 発電機2Aの起動・給電について	所内交流電源系	1998年 9月 24日